ZEMENT- UND KALKWERKE
OTTERBEIN
WIR BRINGEN STEINE ZUM LEBEN

Großenlüder-Müs, 14.03.2022 mit
Ergänzungen vom 03.06.2022
Dokumentversion für Öffentlichkeitsbeteiligung

Antrag auf Änderungsgenehmigung nach § 16 Abs. 1 BImSchG in Verbindung mit § 8a BImSchG

– Anlage zur Herstellung von Zementklinker und Zement –

Projekttitel:
„OTTERBEIN ZEMENT ECO-PLUS 2023“

Ein zukunftsweisendes Maßnahmenpaket für eine nachhaltige und emissionsarme Zementproduktion

Zement- und Kalkwerke OTTERBEIN GmbH & Co. KG
Hauptstraße 50 | 36137 Großenlüder-Müs
Tel. +49 (0) 6648 680 | Fax. +49 (0) 6648 68 400
info@zkw-otterbein.de | www.zkw-otterbein.de

1 Antrag

Formular 1/1: Antrag nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz

1.0 Genehmigungsbehörde/Antragsteller

Anschrift der Genehmigungsbehörde	Eingangsvermerk der Genehmigungsbehörde
Regierungspräsidium Kassel Am Alten Stadtschloss 1 34117 Kassel	
Betreibername und -anschrift Zement und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co KG Hauptstraße 50 36137 Großenlüder	Geschäftszeichen des Antragstellers Werksleitung Abteilung Dr.-Ing. Tilman Scholten Bearbeiter/Ansprechpartner 06648 68 357 06648 68 9 357 Telefon Telefax tilman.scholten@zkw-otterbein.de E-Mail

1.1 Antrag

Es wird/werden beantragt:

1.1.1

☐ **Genehmigung** nach **§ 4 Abs. 1 BImSchG** in Verbindung mit

☐ § 8 BImSchG[1] (Antrag auf Teilgenehmigung)

☐ § 8a BImSchG[2] (Antrag auf Zulassung des vorzeitigen Beginns)

☐ § 19 Abs. 3 BImSchG (Antrag, die öffentliche Bekanntmachung und Auslegung des Antrags und der Antragsunterlagen bei Anlagen mit der Kennzeichnung „V“ in Spalte c des Anhangs 1 der 4. BImSchV durchzuführen)

1.1.2

☐ **Teilgenehmigung** nach **§ 8 Abs. 1 BImSchG[1]** in Verbindung mit

☐ § 8a BImSchG[2] (Antrag auf Zulassung des vorzeitigen Beginns)

☐ § 19 Abs. 3 BImSchG (Antrag, die öffentliche Bekanntmachung und Auslegung des Antrags und der Antragsunterlagen bei Anlagen mit der Kennzeichnung „V“ in Spalte c des Anhangs 1 der 4. BImSchV durchzuführen)

1.1.3

☐ **Vorbescheid** nach **§ 9 Abs. 1 BImSchG[3]**

[1] Für einen Antrag auf Teilgenehmigung ist das Formular 1/1.1 zusätzlich auszufüllen.
[2] Für einen Antrag auf Zulassung des vorzeitigen Beginns ist das Formular 1/1.2 zusätzlich auszufüllen.
[3] Für einen Antrag auf Vorbescheid ist das Formular 1/1.3 zusätzlich auszufüllen.

☐ § 19 Abs. 3 BImSchG (Antrag, die öffentliche Bekanntmachung und Auslegung des Antrages und der Antragsunterlagen bei Anlagen mit der Kennzeichnung „V“ in Spalte c des Anhangs 1 der 4. BImSchV durchzuführen)

1.1.4

☒ **Änderungsgenehmigung** nach **§ 16 Abs. 1 BImSchG** in Verbindung mit

☐ § 8 BImSchG[1] (Antrag auf Teilgenehmigung)

☒ § 8a BImSchG[2] (Antrag auf Zulassung des vorzeitigen Beginns)

☐ § 16 Abs. 2 BImSchG (Antrag, von der öffentlichen Bekanntmachung und Auslegung des An-trags und der Antragsunterlagen abzusehen; Begründung siehe Seite des Antrags)

☐ § 19 Abs. 3 BImSchG (Antrag, die öffentliche Bekanntmachung und Auslegung des Antrags und der Antragsunterlagen bei Anlagen mit der Kennzeichnung „V“ in Spalte c des Anhangs 1 der 4. BImSchV durchzuführen)

1.1.5

☐ **Störfallrelevante Änderungsgenehmigung** nach **§ 16a BImSchG** in Verbindung mit

☐ § 8 BImSchG[1] (Antrag auf Teilgenehmigung)

☐ § 8a BImSchG[2] (Antrag auf Zulassung des vorzeitigen Beginns)

1.1.6

☐ **Störfallrechtliche Genehmigung** nach **§ 23b BImSchG** in Verbindung mit

☐ § 8 BImSchG[1] (Antrag auf Teilgenehmigung)

☐ § 8a BImSchG[2] (Antrag auf Zulassung des vorzeitigen Beginns)

1.1.7 Veröffentlichung des Antrages / Bescheides nach § 9 Abs. 1 der 9. BImSchV

Veröffentlichung im Staatsanzeiger des Landes Hessen und

☐ im Internet

☐ in den Tageszeitungen (keine Veröffentlichung im Internet)

1.1.8 Antrag auf Durchführung einer UVP, unabhängig vom Ergebnis der Vorprüfung

☐ nach § 7 Abs. 3 UVPG (Neuvorhaben)

☐ nach § 9 Abs. 4 UVPG (Änderungsvorhaben)

1.2 Folgende Genehmigungen/Erlaubnisse/Ausnahmen sollen gemäß § 13 bzw. 23b Abs. 1 BImSchG eingeschlossen werden:

☒ § 74 HBO	☐ § 63 WHG	☐ § BNatSchG
☐ § 3a ArbStättV	☐ § 78 Abs. 5 WHG	☐ § 11 20. BImSchV
☐ § 18 (1) Nr. BetrSichV	☐ § 26 13. BImSchV	☐ § 12 HWaldG
☐ § 24 17. BImSchV	☐ § 4 Abs. 1 TEHG	☐
☐ § 11 31. BImSchV	☐ § 17 SprengG	☐

1.3 Angaben zu folgenden Anzeigen / Mitteilungen sind im Genehmigungsantrag enthalten:

☐ Anzeige nach § 7 12. BImSchV ☐ Anzeige nach § 40 AwSV

☐

1.4 Folgende Genehmigungen, Erlaubnisse, Ausnahmen etc., die mit dem Vorhaben im Zusammenhang stehen, werden/wurden bei anderen Behörden beantragt:

Antragsgegenstand	Rechtsgrundlage	Behörde	Antragsdatum

1.5 Auf bereits vorliegende Genehmigungen, Erlaubnisse, Anzeigen u.ä. wird Bezug genommen. Ggf. werden Sie im beigefügten Formular 1/2 "Genehmigungsbestand der gesamten Anlage" vollständig aufgelistet.

2. Art und Umfang der Anlage/der Anlagenänderung

2.1 Bezeichnung der Anlage

Anlagen zur Herstellung von Zementklinker oder Zementen mit einer Produktionsleistung von 500 Tonnen oder mehr je Tag

in Anlehnung an Anhang 1 der 4. BImSchV, Nr.: 2.3 Spalte 1

☐ Anlage gemäß § 3 der 4. BImSchV (IE-Anlage nach Art. 10 der RL 2010/75/EU)

☐ nicht genehmigungsbedürftige Anlage, die Betriebsbereich oder Teil eines Betriebsbereich ist

2.2 Genauere Eingrenzungen des Antragsgegenstandes (Projekts) unter Angabe der besonderen Merkmale der Anlage/Anlagenänderung (Kapazität, Leistung, Betriebsweise etc.)

Errichtung und Betrieb einer „HGF-SCR-Anlage“ (HeißgasfilterSelective Catalytic Reduction-Anlage)

Verzicht auf die rohstoffbedingten Ausnahmen bei den Emissionsgrenzwerten für SO2 und NH3.

Errichtung und Betrieb einer Anlage zur Kreislaufentlastung, einschl. Förderung und Lagerung des Vorwärmekalks in bestehenden betrieblichen Silos.

Erhöhung der EBS-Rate von 60 % auf bis zu 100 % der Feuerungswärmeleistung

Veränderung der bisher genehmigten Arten von Ersatzbrennstoffen:

Verzicht auf ölverunreinigte Bleicherde und Flugasche. Neben den bisherigen Ersatzbrennstoffe Fluff, Tiermehl und Trockenklärschlamm sollen zukünftig auch Holzspäne als klimafreundlicher Brennstoff eingesetzt werden.

Neben den bereits genehmigten Abfallschlüsselnummern bei Fluff soll die Abfallschlüsselnummer 19 12 12 aufgenommen werden.

Anpassung der Maximalwerte für die Spurenelemente Nickel und Blei bei Tiermehl.

Errichtung und Betrieb einer Walking-Floor-Station inkl. Blasleitung bis Ofenkopf.

Erhöhung des Einsatzes von Hüttensand und Hüttensandmehl aus externer Lieferung einschließlich der Lagerung in Summe auf bis zu 25.000 t/a für die Zementherstellung.

Trocknung von bis zu 10000 t/a Hüttensand und Vermahlung von Hüttensand zu Hüttensandmehl

Nutzungserweiterung bestehender Lagersilos sowie Errichtung und Betrieb von Förderanlagen für die Stoffe HGF-SCR-Staub und Vorwärmerkalk.

Anpassung des genehmigten Einsatzes von Eisenoxid-Träger als Rohmaterialstoff auf bis zu 6.000 t/a

Anpassung der genehmigten Einsatzmenge von Klinker und Zement aus externer Lieferung bei Betriebsstörungen des Drehrohrofens bzw. der Zementmühle einschließlich der Lagerung in vorhandenen Silos, auf jeweils max. 600 t/d, Einsatzmengen: jeweils max. 21.600 t/a

Neufassung der lärmbezogenen Regelung für die Anlage zur Herstellung von Zementklinker und Zement, anstelle der bisherigen Nebenbestimmung 3.2.1, 3.2.2 und 3.2.3 des Genehmigungbbescheids vom 29.5.2013 (33 53e 621-4.13 Otterbein/Bai)

Streichung der Nebenstimmung 3.1.3 „Radionuklide“ aus der Genehmigung mit dem Aktenzeichen 33 53e621 - 4.13 Otterbein/Bai

Streichung der Nebenbestimmung „Niederschlagswasser“ Nr 10 des Genehmigungsbescheides III/2 - 53e 621 (675)

2.3 Maßgebliches BVT-Merkblatt gemäß § 3 Abs. 6a BImSchG für die Anlage[4] (gilt für alle gb-Anlagen):

Merkblatt über die Besten Verfügbaren Techniken in der Zement-, Kalk- und Magnesiumoxidindustrie Mai 2010

3. Angaben zum Standort

3.1 Ortsfeste Anlagen

Werk/Betrieb:	**Zement- und Kalkwerk Otterbein**
Straße, Hausnummer:	Georg-Otterbein-Straße 123
Postleitzahl, Ort:	36137 Großenlüder-Müs
Kreis/kreisfreie Stadt:	Landkreis Fulda
Gemarkung:	Müs
Flur:	8
Flurstück:	81, 83/2, 120, 135/84 und 136/84
Rechts- und Hochwert (ETRS89/UTM):	/
Gebäudebezeichnung gem. Werks-/Lageplan:	
EMAS -Zertifizierung:	☐ ja ☒ nein Datum der letzten Standorteintragung:

3.2 Ortsveränderliche Anlagen

Die Anlage soll an insgesamt 1 Standorten betrieben werden. Die genauen Bezeichnungen der Standorte werden in einer separat beigefügten Tabelle aufgeführt.

4. Inbetriebnahme

Die Anlage soll im/am sofort nach Erteilung der Genehmigung in Betrieb genommen werden.

5. Befristung

[4] Es können mehrere BVT-Merkblätter aufgeführt werden, wenn für einzelne Betriebseinheiten, Nebeneinrichtungen bzw. Anlagenteile eigene BVT-Merkblätter heranzuziehen sind

Die Genehmigung wird

☒ unbefristet

☐ befristet bis zum

☐ befristet für einen Zeitraum von nach Erteilung der Genehmigung

beantragt.

6. Kosten: BETRIEBS- und GESCHÄFTSGEHEIMNISSE

Die Gesamtkosten (Gesamtbaukosten und Einrichtungskosten) werden voraussichtlich

[redacted] EUR betragen.

Diese schlüsseln[5] sich wie folgt auf:

Kosten für den Baukörper: EUR

Kosten für die Anlagen: [redacted] EUR

sonstige Kosten: EUR

In diesen Kosten ist die Umsatzsteuer/Mehrwertsteuer nicht enthalten.

7. Unterlagen

vorab 2 Ordner + digitale Kopie Antragssätze gemäß Inhaltsverzeichnis

betriebsgeheime Antragssätze gemäß Inhaltsverzeichnis

(Angaben zum) Ausgangszustandsbericht gemäß § 10 Abs. 1a BImSchG

Nähere Erläuterungen (z. B. Anzahl/Farbe der Mappen/Ordner, Hinweise auf betriebsgeheime Antragsteile; Vorlage der statischen Berechnungen, Anzahl der BETRIEBS- und GESCHÄFTSGEHEIMNISSE zusätzlich beigefügten Kurzbeschreibungen):

8. Kennzeichnung von Betriebs- und Geschäftsgeheimnissen

Der Antrag enthält Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse [redacted]

Sie sind folgendermaßen gekennzeichnet:

9. Name und Anschrift des Anlagenbetreibers (falls nicht identisch mit dem Antragsteller/Antragstellerin)

10. Name und Anschrift der natürlichen Person, die die Pflichten des Betreibers im Sinne von § 52b BImSchG wahrnimmt:

Herr Dipl.-Kaufm. Winfried Müller

c/o:

Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG

Hauptstraße 50

[5] Siehe auch Formular 1/1.4

36137 Großenlüder-Müs

11. Betroffene Aufgabenbereiche

Die Antragsunterlagen haben den nachstehend angekreuzten Personen/Institutionen vorgelegen, soweit deren Aufgabenbereich berührt ist.

☒	Immissionsschutzbeauftragte(r)	☒	Betriebsbeauftragte(r) für Abfall
☐	Störfallbeauftragte(r)	☒	Sicherheitsfachkraft
☒	Betriebsärztin/arzt	☒	Betriebsrat /Personalvertretung
☐	Betriebsbeauftragte(r) für Gewässerschutz	☐	

12. Unterschriften des Antragstellers/der Antragstellerin

Ort, Datum	Nachname, Vorname des Unterschriftsbefugten	Unterschrift
Ort, Datum	Nachname, Vorname des Unterschriftsbefugten	Unterschrift

Formular 1/1.2: Angaben zum Antrag auf Zulassung des vorzeitigen Beginns nach § 8a BImSchG

1. Antragsumfang

Die Zulassung des vorzeitigen Beginns wird beantragt

1.1 ☒ nach § 8a Abs. 1 BImSchG für die Errichtung

☐ des gesamten beantragten Vorhabens

☒ der nachfolgend beschriebenen Teile des beantragten Vorhabens

- **Fundamente und Stahlbau** der Anlagen HGF-SCR und Kreislaufentlastung
- **Mechanische und elektrische Montage** der Anlagen HGF-SCR und Kreislaufentlastung
- **Funktionstest und Kaltprobeläufe** der Anlagen HGF-SCR und Kreislaufentlastung

einschließlich der Maßnahmen, die zur Prüfung der Betriebstüchtigkeit erforderlich sind.

1.2 ☒ nach § 8a Abs. 1 und 3 BImSchG für die Errichtung und den Betrieb

☐ des gesamten beantragten Vorhabens

☒ der nachfolgend beschriebenen Teile des Vorhabens

- **Fundamente und Stahlbau** sowie **mechanische und elektrische Montage** sowie **Betrieb** der Walking-Floor-Andockstationen ohne Veränderungen ggü. dem aktuell genehmigten EBS-Einsatz

(Trifft nur für Genehmigungen nach § 16 BImSchG zu, wenn die Änderung der Erfüllung einer immissionsschutzrechtlichen Pflicht dient)

2. Erläuterung des berechtigten Interesses des Antragstellers an der Zulassung des vorzeitigen Beginns:

Die Planung des Vorhabens erfolgte unter Berücksichtigung der Anforderung an dessen Genehmigungsfähigkeit. Mit einer Entscheidung zu unseren Gunsten ist aus unserer Sicht zu rechnen. Daher sind die Anforderungen zur Zulassung des vorzeitigen Beginns gemäß §8a BImSchG erfüllt.

Die Errichtung der techn. Anlagen "HGF-SCR" und "Kreislaufentlastung" bedingt jeweils mehrmonatige Bauarbeiten. Zur Wahrung des geplanten des Inbetriebnahmezeitpunkts Anfang 2023 müssen die Errichtungsarbeiten frühzeitig, spätestens im 2. Quartal 2022 beginnen.

Die Anlage HGF-SCR ist ein Projekt im Bereich der Emissionsminderung. Die Einhaltung des vorstehend beschriebenen IBN-Zeitpunkts ist in öffentlichem Interesse.

Die Anlage zur Kreislaufentlastung ist ein Projekt im Bereich der Schonung fossiler Energieträger und zur Einsparung von CO_2-Emissionen, was angesichts der Energiewende zur Bekämpfung des Klimawandels ebenfalls in starkem öffentlichen Interesse liegt.

Errichtung und Betrieb der Walking-Floor-Andockstationen ist für sich genommen keine wesentliche Änderung der Anlage. Auf dem Werksgelände ist bereits heute eine Walking-Floor-Anlage mit zwei Andockstationen für Ersatzbrennstoffe genehmigt und wird als solche betrieben. Der beantragte vorzeitige Beginn von Bau und Betrieb der zweiten Walking-Floor-Anlage mit ebenfalls zwei Andockstationen dient der Sicherstellung einer höheren Verfügbarkeit des genehmigten EBS-Einsatzes, was aufgrund der damit verbundenen CO_2-Einsparung und angesichts des Klimawandels von öffentlichem Interesse ist.

3. Kosten **BETRIEBS- und GESCHÄFTSGEHEIMNISSE**

Die Investitionskosten für die vorab beantragte Maßnahme(n) betragen voraussichtlich:

[redacted]

In diesen Kosten ist die Umsatzsteuer/Mehrwertsteuer nicht enthalten.

4. Unterschrift(en)

Ich/ wir verpflichte(n) mich/uns, alle bis zur Entscheidung durch die Errichtung der Anlage verursachten Schäden zu ersetzen und, wenn das Vorhaben nicht genehmigt wird, den früheren Zustand wieder herzustellen.

Unterschriften des Antragstellers:

Ort, Datum	Nachname, Vorname des Unterschriftsbefugten	Unterschrift
Ort, Datum	Nachname, Vorname des Unterschriftsbefugten	Unterschrift

Formular 1/1.3: Angaben zum Antrag auf Vorbescheid nach § 9 BImSchG		
1. Benennung der Genehmigungsvoraussetzungen über die entschieden werden soll:		
trifft nicht zu		
2. Erläuterung des berechtigten Interesses des Antragstellers an der Erteilung eines Vorbescheides:		
trifft nicht zu		
3. Unterschrift(en) des Antragstellers/der Antragstellerin:		
Ort, Datum	Nachname, Vorname des Unterschriftsbefugten	Unterschrift
Ort, Datum	Nachname, Vorname des Unterschriftsbefugten	Unterschrift

Formular 1/2: Genehmigungsbestand der gesamten Anlage

Der Genehmigungsbestand einer Anlage ergibt sich aus behördlichen Entscheidungen wie Genehmigungen (G), Widerspruchsbescheiden (W), Urteilen (U), nachträglichen Anordnungen (AN) sowie aus den Anzeigen (AZ) gemäß § 67 Abs. 2 BImSchG (früher § 16 Abs. 4 GewO a.F.), bedeutenden Mitteilungen (M) des Betreibers gemäß § 16 BImSchG a.F., Anzeigen (A15) nach § 15 BImSchG und Verzichtserklärungen (V). Neben den immissionsschutzrechtlichen Genehmigungen sind auch baurechtliche, gewerberechtliche, wasserrechtliche o. a. anlagenbezogene Genehmigungen, Erlaubnisse, Ausnahmegenehmigungen usw. aufzuführen. Die Vorgänge sollten chronologisch aufgelistet werden. Die Projekttitel sollen knapp aber präzise den Projekt- bzw. Genehmigungsumfang umreißen. Bei komplexen Genehmigungsbeständen kann ergänzend eine Skizze der Bauabschnitte erforderlich sein. In der letzten Spalte soll z. B. auch vermerkt werden, ob eine Genehmigung erloschen ist.

Datum	Typ (z.B. „G“)	Rechtsgrundlage (z. B. § 16 BImSchG)	Aktenzeichen/ Behörde	Projekttitel/ Bemerkungen
11.08.1981	G	§ 6 BImSchG	III/2 - 53e 201 - (656)	Errichtung und Betrieb einer Klinkermahlanlage zum Feinmahlen von Zementklinker
07.06.1982	G	§4 BImSchG	III/2-53e 621 (675)	Errichtung und Betrieb einer Anlage zur Herstellung von Zement (Drehofen)
24.06.1983	G	§15 BImSchG	III/ 2-53e 621 (694/642)	Erweiterung der vorhandene Gasfeuerung auf Kohlenstaubfeuerung, 2 Silos für Branntkalk
20.08.1984	G	§15 BImSchG	32-53e 621 (736)	Einsetzen von Roteisenstein und Gipsstein
05.11.1984	w	§15 BImSchG	32-53e 621 (736)	Abhilfebescheid zu Thalliumgehalt im Zuschlaastoff
16.11.1984	w	§15 BImSchG	32-53e 621 (675)	Abhilfebescheid zu Reststaubgehalt
17.04.1990	AN	§16 BImSchG	Str. A 5/90 Kr/Ka	Lärmminderung
17.10.1990	G	§15 BImSchG	32b-53e 621 4. 7-Sd	Einsatz von Teppichresten (erloschen)
31.01.1995	G	§ 15 BImSchG	32 b 53 e 6214.9 Ks	Errichtung und Betrieb einer Mühle und Nebeneinrichtungen zur Vorzerkleinerung des Klinkers sowie Erhöhung der Durchsatzleistung auf 55 t/h
18.06.1996	AN	§16 BImSchG	Str. A 07/96 Vo/Ra	Emissionsquellen

Datum	Typ (z.B. „G“)	Rechtsgrundlage (z. B. § 16 BImSchG)	Aktenzeichen/ Behörde	Projekttitel/ Bemerkungen
05.11.1996		§49 HVwVfG	32b-53e 621 4.1 O Ks	Änderungsbescheid (SO2-Messung)
23.12.1996	W	§16 BImSchG	Vo/Ra	Abhilfebescheid zur Anordnung vom 18.06.1996
01.02.2001	AZ	§15 BImSchG	44.1/Hef53e6214.10.1 Regierungspräsidium Kassel	Kapazitätserhöhung des Drehofens von 500 auf 650 t/d Zementklinker
06.06.2001	AZ	§ 15 BImSchG	44.1 /Hef 53e 621 4.10.2 Otterbein/We Reaierunasoräsidium Kassel	Gipsdosierung
11.12.2002	AZ	§ 15 BImSchG	43.1/Hef 53e 621 4.10.4 Otterbein/We	Versuchsweiser Einsatz von Flugasche
15.07.2003	AZ	§ 15 BImSchG	43.1/Hef 53e 621 4.10.5 Otterbein/We Reaierunaspräsidium Kassel	unbefristeter Einsatz von Flugasche als Ersatzbrennstoff
27.04.2004	G	§ 16 BImSchG	43.1/Hef53e 6214.11 Otterbein/We Regierungspräsidium Kassel	Einsatz van Tiermehl als Sekundärbrennstoff
20.12.2004	AZ	§ 15 BImSchG	43/Hef 53e 621 4.11.1 Otterbein	Freigabe des Einsatzes von Tiermehl als Sekundärbrennstoff
08.05.2005	AZ.	§ 15 BImSchG	33/Hef 53e 621 4.11.3 Otterbein/We Regierunasoräsidium Kassel	Versuchsweiser Einsatz von Gießereialtsand
05.07.2005	AZ.	§ 15 BImSchG	43/Hef 53e 621 4.11.2 Otterbein/We Regierunasoräsidium Kassel	Probebetrieb mit güteüberwachten Sekundärbrennstoffen
23.06.2006	AZ.	§ 15 BImSchG	43/Hef 53e 621 4.11.4 Otterbein/We Regierunasoräsidium Kassel	Verlängerung Probebetrieb mit güteüberwachten Sekundärbrennstoffen
30.03.2007	AZ.	§ 15 BImSchG	33/Hef 53e 621 4.11.6 Otterbein/Schm Regierunasoräsidium Kassel	Umbau E-Filter und Erhöhung des Kamins
02.04.2007	AZ.	§ 15 BImSchG	33/Hef 53e 621 4.11.7 Otterbein/Schm Regierunasoräsidium Kassel	Ersatz der Versuchsanlage durch Walking-floor Anlage
03.04.2007	AZ.	§ 15 BImSchG	33/Hef 53e 621 4.11.5 Otterbein/Schm Regierunasoräsidium Kassel	Probebetrieb SNCR-Anlage mit gleichzeitigem Einsatz von BPG

Datum	Typ (z.B. „G“)	Rechtsgrundlage (z. B. § 16 BImSchG)	Aktenzeichen/ Behörde	Projekttitel/ Bemerkungen
21.10.2008	G	§ 16 BImSchG	33/Ks 53e 621 4.12 Otterbeinlwe	Einsatz von bis zu 60 % Ersatzbrennstoffen
12.05.2009	AZ	§ 15 BImSchG	33 153e 621 4.12.1 Otterbein/km	Errichtung eines Lager- und Dosierungssilos für Eisen(II)-sulfat, Verwendung eines vorhandenen Silos für den Einsatz von Flugasche, Befeuchten und Zwischenlagern von Kalksteinkörnung
29.07.2009	AZ	§ 15 BImSchG	33/53e 621 4.12.2 Otterbein/schm	Einsatz weiterer Eisenoxidträger
12.04.2010	AZ	§ 15 BImSchG	33/Hef 53e 621 - 4.12.3 Otterbeinlwe	Errichtung und Betrieb einer zweiten Zementmühle und Außerbetriebnahme einer Vormühle
19.04.2011	AZ	§ 15 BImSchG	33/Hef 53e 621 4.12.4 Otterbein	Zwischenlagerung und Einsatz von Kalkstein (max. 5000 bzw. 30000 t/a)
29.05.2013	G	§16 BImSchG	33 53e 621-4.13 Otterbein/Bai Regierungspräsidium Kassel	Einsatz von grobem Kalkstein, Fremdkalk und Feinkalkstein aus externer Lieferung, Einsatz von Quarzsandfüller aus externer Lieferung, Einsatz von Hüttensand- und Hüttensandmehl aus externer Lieferung, Einsatz von Klinker und Zement aus externer Lieferung bei Betriebsstörungen
30.04.2014	Az	§15 BImSchG	33.2 53e 621-4.13.1Otterbein/aug	Nutzungsänderung der Siloanlage zur Lagerung und Dosierung von Tiermehl und Flugasche
02.12.2015	Az	§15 BImSchG	33.2 53e 621-4.13.2Otterbein/aug	Einsatz eines Sekundärbrennstoffes (Fluffs) mit der Abfallschlüsselnummer 191208 und Änderung des Grenzwertes für Cobalt
28.12.2015	Az	§15 BImSchG	33.2 53e 621-4.13.3 Otterbein/aug	Durchführung von Optimierungsarbeiten an der SNCR-Anlage
12.02.2016	Az	§15 BImSchG	33.2 53e620 Otterbein-NH3/Aug	Ausnahmeantrag für Ammoniak
12.10.2016	AZ	§15 BImSchG	33.2 53e621-4.13.4 Otterbein/Aug	Einsatz eines Sekundärstoffes

Datum	Typ (z.B. „G“)	Rechtsgrundlage (z. B. § 16 BImSchG)	Aktenzeichen/ Behörde	Projekttitel/ Bemerkungen
12.06.2018	AZ	§15 BImSchG	33.2 53e621-4.13.5 Otterbein/Aug	Erhöhung des Fluffanteils auf 60% der FWL und diverse Umbaumaßnahmen
05.11.2018	G	§24 der 17 BImSchV	33.2 53e 620 Otterbein/aug	Ausnahmeantrag für Stickstoffoxide und Ammoniak
17.07.2019	AZ	§15 BImSchG	33.2 53e 05 11/1-2018/12	Einsatz von Gießereialtsand mit der AVV 101008
20.11.2019	AZ	§15 BImSchG	33.2 53e 05 11/1-2018/14	Erneuerung von Systemventilator (SW) und Filterventilator
17.12.2020	G	§24 der 17 BImSchV	33.2-53 e 05 11/1-2018/114	Ausnahmegenehmigung für Stickstoffmonoxid / Stickstoffdioxid und Ammoniak
19.05.2021	AZ	§15 BImSchG	33.2 53 e 05 11/1-2018/122	Erhöhung der maximalen Anzahl an LKW

2 Inhaltsverzeichnis

1	**Antrag**	**1**
2	**Inhaltsverzeichnis**	**15**
3	**Kurzbeschreibung**	**18**
3.1	Beschreibung der vorhandenen Anlage	18
3.2	Beschreibung der beantragten Änderungen	20
3.3	Auswirkungen der beantragten Änderungen	22
4	**Inhaltsdarstellung der Unterlagen, die Geschäfts- und Betriebsgeheimnisse enthalten**	**25**
5	**Standort und Umgebung der Anlage**	**26**
6	**Anlagen- und Verfahrensbeschreibung, Betriebsbeschreibung**	**29**
6.1	Einordnung des Vorhabens	29
6.2	Überblick über das Vorhaben	30
6.3	Detaillierte Beschreibung des Vorhabens	33
6.3.1	Umweltschutz	33
6.3.1.1	Anlage zur Abluftreinigung HGF-SCR	33
6.3.1.2	Beantragung von Emissionsgrenzwerten	42
6.3.2	Klimaschutz	43
6.3.2.1	Bau und Betrieb einer Anlage zur Kreislaufentlastung	43
6.3.2.2	Ersatzbrennstoffe	50
6.3.2.3	Bau und Betrieb einer Walking-Floor-Anlage	56
6.3.3	Ressourcenschonung	58
6.3.3.1	Erhöhung des Einsatzes von Hüttensand und Hüttensandmehl aus externer Lieferung einschließlich der Lagerung in Summe auf bis zu 25.000 t/a	58
6.3.3.2	Trocknung und Vermahlung von Hüttensand zu Hüttensandmehl	58
6.3.4	Sonstiges	60
6.3.4.1	Lagerungs- und Förderungskonzept für betriebliche Materialien	60
6.3.4.2	Eisenoxid-Träger	63
6.3.4.3	Tägliche Annahmemenge von Klinker und Zement im Falle von Betriebsstörungen	63
6.3.4.4	Neufassung von lärmbezogenen Regelungen	64

6.3.4.5	Streichung der Nebenbestimmung "Radionuklide"	64
6.3.4.6	Streichung der Nebenbestimmung "Niederschlagswasser"	65
6.3.5	Anhänge	66
6.3.5.1	Anhang zum Kapitel 6.3.1.2: HGF-SCR	67
6.3.5.2	Anhang zum Kapitel 6.3.2.1: Kreislaufentlastung	112
6.3.5.3	Anhang zum Kapitel 6.3.2.3: Walking-Floor-Anlage	134
6.3.5.4	Anhang zum Kapitel 6.3.4.5: Fachbeitrag des FEhS	148
6.3.5.5	Bestandsplan	165
6.4	Formulare	166
7	**Stoffe, Stoffmengen, Stoffdaten**	**173**
7.1	Einsatzstoffe	173
7.1.1	Eingesetzte genehmigte Rohstoffe	173
7.1.2	Eingesetzte genehmigte Brennstoffe	174
7.2	Stoffdaten	175
7.3	Zwischen-, Neben- und Endprodukte	175
7.4	Abfälle	176
7.5	Formulare	176
8	**Luftreinhaltung**	**182**
8.1	Art und Ausmaß von Emissionen	182
8.2	Emissionsminderungsmaßnahmen	184
8.3	Emissionsquellenplan	184
8.4	Luftschadstoffimmissionen	186
8.5	Emissionen und Immissionen von Gerüchen	186
9	**Abfallvermeidung, Abfallentsorgung**	**205**
10	**Abwasser**	**206**
11	**Abfallentsorgungsanlagen**	**207**
12	**Abwärmenutzung**	**208**
13	**Lärm, Erschütterungen und sonstige Immissionen**	**209**
13.1	Geräuschemissionen und -Immissionen	209
13.2	Erschütterungen	210
13.3	Sonstige Immissionen	210
13.4	Untersuchung zum Schallimmissionsschutz	212

14	**Anlagensicherheit**	**260**
14.1	Anlagensicherheit	260
14.2	Umgang mit Gefahrstoffen	262
14.2.1	Einstufung in eine Schutzstufe gemäß der Gefahrstoffverordnung	262
14.2.2	Gefährliche chemische Reaktionen	262
14.2.3	Umsetzung der Betriebssicherheitsverordnung	262
14.2.4	Druckbehälter	262
14.2.5	Dampfkessel	263
14.2.6	Sonstige prüfpflichtigen Anlagen	263
14.2.7	Sonstige sicherheitsrelevante Angaben	263
14.3	Allgemeine Betrachtung zur Einordnung der Anlage in die Störfall-Verordnung	263
14.4	Sicherheitstechnisches Konzept	263
15	**Arbeitsschutz**	**264**
15.1	Technischer Arbeitsschutz	264
15.2	Sozialer Arbeitsschutz	265
16	**Brandschutz**	**266**
16.1	Brandschutzkonzept	266
16.2	Ergänzung zum Blitzschutz	303
16.3	Inertisierung von Brennstoffsilos	306
17	**Umgang mit wassergefährdenden Stoffen**	**308**
18	**Bauantrag**	**309**
19	**Unterlagen für sonstige Konzessionen**	**336**
19.1	Angaben zur Freisetzung von Treibhausgasemissionen	336
19.2	Zulassungen, die nach § 13 BlmSchG einzuschließen sind	336
20	**Unterlagen für die Umweltverträglichkeitsprüfung**	**338**
20.1	UVP-Vorprüfung	338
20.2	Anlagen	492
21	**Maßnahmen nach der Betriebseinstellung**	**578**
22	**Ausgangszustandsbericht**	**579**

3 Kurzbeschreibung

3.1 Beschreibung der vorhandenen Anlage

Die Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG betreibt südöstlich des Ortsteils Müs der Gemeinde Großenlüder einen Kalksteintagebau. Der aus den Muschelkalk-Serien gewonnene Rohstoff wird u.a. in Anlagen zum Brennen von Kalk, zum Herstellen von Zementen und zur Herstellung von Werktrockenmörtel sowie im Rahmen weiterer Verarbeitungsschritte veredelt. Als einzigartig integriertes Kalk-, Zement- und Mörtelwerk wird ein höchstmöglicher Grad der Nutzung und Veredlung der vor Ort gewonnen Kalksteinressourcen zu über 100 verschiedenen Qualitätsprodukten für unterschiedlichste Anwendungsfelder realisiert. Dadurch wird die Versorgung der regionalen Wertschöpfungs- und Lieferketten und von vielen verschiedenen Kundengruppen sichergestellt (bspw. ökologisch-bewusste Bauherren, Handwerksbetriebe, Denkmalpflege, Land-, Forst- und Teichwirtschaft, Kläranlagen, Umweltschutzprodukte zur Trinkwasseraufbereitung und Luftreinhaltung, Straßenbaufirmen, Gartenlandschaftsbaubetriebe, Betonwerke, Baustoffhändler, Baumärkte u.v.m.).

Mit Blick auf den Fokus des vorliegenden Genehmigungsantrags wird im Folgenden näher auf die Anlage zum Herstellen von Zement eingegangen.

Verfahrensbeschreibung

Die Herstellung von Zement gliedert sich in die Hauptproduktionsabschnitte Rohmaterialgewinnung, Vorzerkleinerung der Rohstoffe, Rohmehlerzeugung, Brennen des Klinkers im Drehofen, Klinkermahlung und Versand. Der überwiegende Anteil des Rohmaterials wird im Steinbruch durch Sprengen gewonnen, mittels Schwerlastkraftwagen zu einem Brecher transportiert und auf Korngrößen von kleiner 6 cm vorzerkleinert.

In der folgenden Abbildung 3.1 ist der Zementherstellungsprozess schematisch dargestellt.

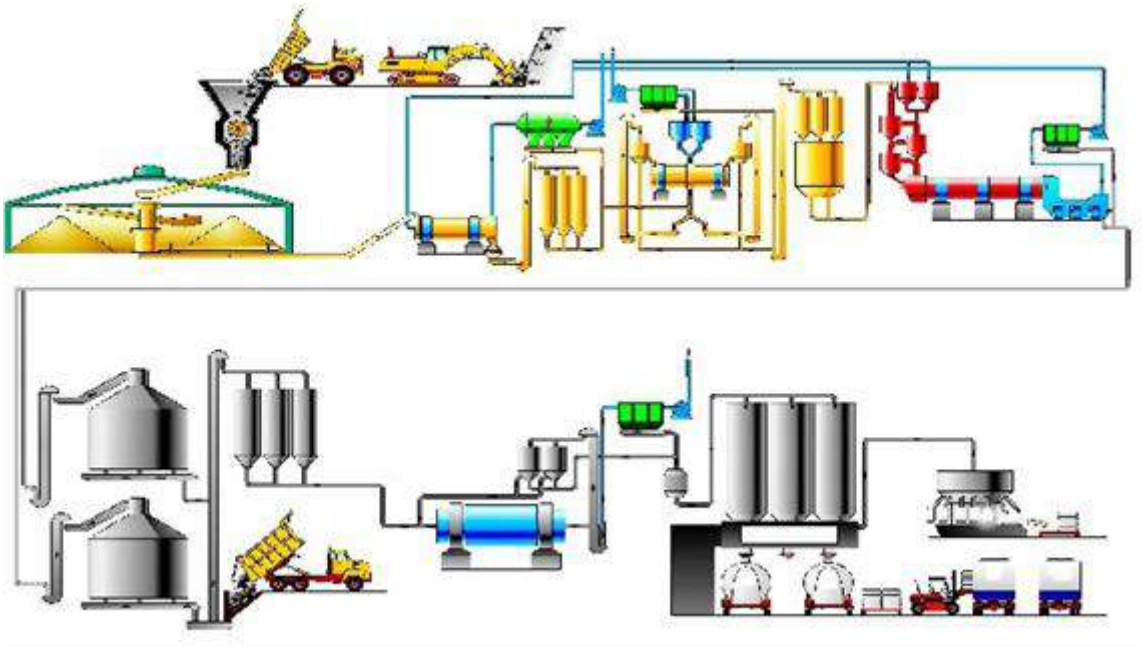


Abbildung 3.1: Beispielhafte Darstellung des Zementherstellungsverfahrens

Das vorzerkleinerte Material wird in der Trocknungsanlage unter Nutzung von Ofenabgas und Kühlerabluft getrocknet. Nach Zwischenlagerung in Trockenschotterbunkern wird das Material in der Rohmehlmahlanlage zu einem Rohmehl vermahlen. Das Rohmehl wird in Silos zwischengelagert und anschließend über ein Becherwerk in den Zyklonvorwärmer der Ofenanlage transportiert und dort aufgegeben. Das Rohmehl erwärmt sich im Gegenstrom mit den Ofenabgasen, während sich die Ofenabgase abkühlen. Hierbei beginnt das Material zu entsäuern, d. h. der Kalkstein verwandelt sich in Calciumoxid (CaO) unter Abgabe von Kohlendioxid (CO_2). Aus dem Zyklonvorwärmer gelangt das bereits teilentsäuerte Mehl in den Drehrohrofen, in dem es bei Temperaturen von ca. 1.450 °C zu Klinker gebrannt wird. Der Drehrohrofen wird derzeit entsprechend der aktuell geltenden Genehmigung mit fossilen Brennstoffen (z. B. Braunkohlenstaub, Gas) und im Umfang von bis zu 60% der Feuerungswärmeleistung mit Ersatzbrennstoffen (z. B. Fluff, Tiermehl) über einen entsprechenden Brenner befeuert.

Durch die Neigung der Ofenachse und die Rotation des Ofens wird das Brenngut durch den 42 m langen Drehrohrofen zum Klinkerkühler transportiert. Im Klinkerkühler erfolgt die Abkühlung des Klinkers mit Luft. Die vom heißen Klinker erwärmte Kühlluft wird dem Brennprozess als Verbrennungsluft zugeführt, gleichzeitig wird der Klinker auf eine Temperatur von ca. 70 °C gekühlt. Die überschüssige, nicht für den Drehrohrofen benötigte Kühlluft wird zur Trocknung des Rohmaterials verwendet.

Der Zementklinker wird in Silos gefördert, dort zwischengelagert und anschließend in einer Zementmahlanlage zu den verschiedenen Zementsorten vermahlen. Alle Zemente enthalten als wesentlichen Bestandteil Zementklinker sowie geringe Mengen Gips und Anhydrit als Erstarrungsregler. Zemente können außerdem weitere Hauptbestandteile wie Hüttensand, Trass oder Kalkstein enthalten. Der Zement wird in den Fertiggutsilos gelagert. Aus diesen Silos erfolgt der Versand lose per Silo-LKW oder der Zement wird als Sackware per LKW ausgeliefert.

3.2 Beschreibung der beantragten Änderungen

Die Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & CO. KG betreibt auf ihrem Werksgelände in Großenlüder-Müs u.a. eine Drehofenanlage zur Herstellung von Zementklinker mit einer genehmigten Klinkerkapazität von 650 t/d. Dabei handelt es sich um eine genehmigungsbedürftige Anlage nach Anh. Nr. 2.3.1, Spalte 1, der 4. BImSchV.

Die Feuerungswärmeleistung (FWL) der Drehofenanlage wurde bisher zu mindestens mit 40 % Primärbrennstoffe gedeckt. Außerdem ist der Einsatz von Ersatzbrennstoffen bis zu 60 % der Feuerungswärmeleistung genehmigt. Im Bereich der Zementherstellung ist der Einsatz von Hüttensand und Hüttensandmehl zur Herstellung von klinkereffizienten Zementen mit geringerem CO_2-Fußabdruck genehmigt.

Entsprechend der in Kapitel 6.1 skizzierten Megatrends im Bereich des Umwelt- und Klimaschutzes sowie der Ressourcenschonung beantragen wir mit dem vorliegenden Antrag folgende Vorhaben:

<u>Umweltschutz</u>

- Errichtung und Betrieb einer innovativen „HGF-SCR-Anlage“ (Heißgasfilter-Selective Catalytic Reduction-Anlage) zur prozessintegrierten Staubabscheidung im Heißgasbereich und katalytischen Abgasreinigung zur Emissionsminderung.
- Verzicht auf die rohstoffbedingten Ausnahmen bei den Emissionsgrenzwerten für SO_2 und NH_3.

Klimaschutz

- Errichtung und Betrieb einer Anlage zur Kreislaufentlastung zur geplanten Erhöhung des Anteils von Ersatzbrennstoffen aus Biomasse, einschl. Förderung und Lagerung des Vorwärmekalks in bestehenden betrieblichen Silos.

- Ersatzbrennstoffe:
  - Minderung der fossilen Energieträger bei gleichzeitiger Erhöhung der EBS-Rate: Erhöhung der EBS-Rate von 60 % auf bis zu 100 % der Feuerungswärmeleistung, um den Klinkerbrand mit EBS an der Drehofenanlage bis zu 100 % zu decken. Die beantragte Erhöhung der EBS-Rate wird frühestens nach Inbetriebnahme der HGF-SCR-Anlage und der Anlage zur Kreislaufentlastung erfolgen.
  - Brennstoffmix: Veränderung der bisher genehmigten Arten von Ersatzbrennstoffen: auf den genehmigten Einsatz von Flugasche sowie ölverunreinigter Bleicherde wird verzichtet. Stattdessen beantragen wir neben den genehmigten Brennstoffen Fluff, Tiermehl und Trockenklärschlamm zukünftig Holzspäne als nahezu vollständig biomassehaltigen und damit CO_2-freien Brennstoff einzusetzen. Ferner wird beantragt, die unter der Ersatzbrennstoffart „Fluff“ subsumierten bereits genehmigten Abfallschlüsselnummern um die Abfallschlüsselnummer 191212 zu ergänzen. Die beantragte Ausdehnung des Tiermehl-Einsatzes zur Einsparung von CO_2-Emissionen bedingt die Erschließung neuer Lieferanten / Lieferquellen, wodurch eine Anpassung der Maximalwerte für die Spurenelemente Nickel und Blei erforderlich wird.
- Errichtung und Betrieb einer zusätzlichen Anlage, die die aktuelle Brennstoffdosierung komplettiert (sog. Walking-Floor-Station), inkl. Blasleitung bis Ofenkopf, um die Brennstoffe mit der notwendigen Präzision in den Prozess einbringen zu können, und somit der Regelung der Kreislaufentlastung gerecht zu werden. Die vorhandenen Lager- und Dosiereinrichtungen für den Einsatz von Kohlenstaub, Tiermehl und Trockenklärschlamm (bestehende Silos) sowie Fluff (bestehende Walking-Floor-Station) werden nicht verändert.

Ressourcenschonung

- Erhöhung des Einsatzes von Hüttensand und Hüttensandmehl aus externer Lieferung einschließlich der Lagerung in Summe auf bis zu 25.000 t/a für die Zementherstellung.
- Trocknung und Vermahlung von Hüttensand zu Hüttensandmehl: Trocknung von bis zu 10.000 t/a in der Trockentrommel, Vermahlung auf der Zementmühle

Sonstiges

- Nutzungserweiterung bestehender Lagersilos sowie Errichtung und Betrieb von Förderanlagen für die Stoffe HGF-SCR-Staub und Vorwärmerkalk.
- Anpassung des genehmigten Einsatzes von Eisenoxid-Träger als Rohmaterialstoff auf bis zu 6.000 t/a.
- Anpassung der genehmigten Einsatzmenge von Klinker und Zement aus externer Lieferung bei Betriebsstörungen des Drehrohrofens bzw. der Zementmühle für den Zeitraum von jeweils max. 3 Monaten pro Jahr (72 Tage) einschließlich der Lagerung in vorhandenen Silos, auf jeweils max. 600 t/d, Einsatzmengen: jeweils max. 21.600 t/a.
- Neufassung der lärmbezogenen Regelung für die Anlage zur Herstellung von Zementklinker und Zement, anstelle der bisherigen Nebenbestimmung 3.2.1, 3.2.2 und 3.2.3 des Genehmigungbbescheids vom 29.5.2013 (33 53e 621-4.13 Otterbein/Bai).
- Streichung der Nebenstimmung 3.1.3 „Radionuklide“ aus der Genehmigung mit dem Aktenzeichen 33 53e621 -4.13 Otterbein/Bai.
- Streichung der Nebenbestimmung „Niederschlagswasser“ Nr 10 des Genehmigungsbescheides III/2 - 53e 621 (675).

3.3 Auswirkungen der beantragten Änderungen

Zur Beurteilung der Auswirkungen der beantragten Änderungen beauftragte die Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG:

- die VDZ Technology gGmbH mit der Durchführung einer Umweltverträglichkeitsvorprüfung des Vorhabens,
- die Wölfel Engineering GmbH und Co. KG mit der gutachterlichen Bewertung der Lärmauswirkungen,

- Ingenieurbüro Bernd Petersen mit der gutachterlichen Bewertung der Anlagensicherheit und des Arbeitsschutzes,
- das Ingenieurbüro für Brandschutz und Bauwesen GmbH Neumann Krex und Partner mit der Fortschreibung des Brandschutzkonzeptes,
- das Sachverständigenbüro für Elektroanlagen JANZ mit einer Stellungnahme zum Erfordernis einer Blitzschutzanlage,
- das Architekturbüro Lerg mit der Erstellung der Bauantragsunterlagen einschließlich Statik,
- UCL Umwelt Control Labor GmbH. mit einer Vorprüfung zum Ausganszustandsbericht für Boden und Grundwasser.

Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Die innovative HGF-SCR-Anlage wird zu einer weiteren signifikanten Minderung von Stickstoffemissionen (NO_x und NH_3) führen. Zudem wird der freiwillige Verzicht auf die gegenwärtig genehmigten rohmaterialbedingten Ausnahmen bei den Emissionsgrenzwerten für NH_3 und SO_2 an der Drehofenanlage beantragt. Für das Schutzgut Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt gemäß UVPG bedeutet dies eine deutliche Verringerung der Stickstoff- und Säureeinträge.
- Durch die beantragte Anlage zur Kreislaufentlastung sowie die Veränderungen im Bezug auf Ersatzbrennstoffrate und Brennstoffmix ist zukünftig eine stärkere Substitution von Kohle durch klimafreundliche Biomasse vorgesehen. Zudem erlaubt der verstärkte Hüttensandeinsatz die Ausweitung der Produktion von leistungsfähigen CO_2-reduzierten Zementen. Auf diesem Weg trägt das Vorhaben zu einer Schonung natürlicher Ressourcen sowie zu einer erheblichen Senkung der CO_2-Emissionen bei und leistet einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz.
- Die hohen Temperaturen im Zementdrehofen und die hohen Qualitätsanforderungen für die alternativen Brennstoffe stellen dabei sicher, dass deren Einsatz umweltverträglich und schadlos erfolgt. Ebenso wie beim Einsatz von Kohle sind keine negativen Auswirkungen auf Menschen, Tiere, Umwelt, Gesundheit und die Qualität des Zementes beim Einsatz von Sekundärbrennstoffen zu erwarten.
- Alle geplanten Anlagen entsprechen dem Stand der Technik oder gehen weit über diesen hinaus, erfüllen alle relevanten Normen sowie höchste Standards

für Lärm-, Staub- und Emissionsschutz. Somit ist sichergestellt, dass in den angrenzenden Ortslagen keinerlei negative Auswirkungen zu erwarten sind.

Die nachfolgende Tabelle zeigt eine Zusammenfassung der gutachterlichen Bewertung des Vorhabens.

Schutzgüter nach UVPG	Errichtung und Betrieb der HGF-SCR und der Anlage zur Kreislaufentlastung Erweitertes Brennstoffportfolio und Einsatz Ersatzbrennstoffe bis 100 %	
	Art der Auswirkung [1)]	Begründung
Mensch		
Lärm	0	Keine relevante zusätzliche Lärmbelästigung durch die neuen Abgasreinigungseinrichtungen; nur geringes zusätzliches LKW-Aufkommen im Bereich der Anlieferung (Eisenoxid, Hüttensand, Walking-Floor-Anlage) von max. 3 LKW
Gerüche	0	Keine zusätzlichen Geruchsemissionen /-immissionen durch die neuen Anlagen
Luftschadstoffe	+ / 0	Keine zusätzlichen Geruchsemissionen /-immissionen bei Transport und Lagerung Emissionsgrenzwerte werden weiterhin sicher eingehalten: Weitergehende Minderung von Luftschadstoffemissionen /-immissionen (NO_x, SO_2, NH_3) durch die HGF-SCR-Anlage Emissionsniveau für Spurenelemente ändert sich bei erweitertem / veränderten Brennstoffportfolio kaum oder nur geringfügig und wird entsprechend überwacht (Brennstoffanalysen und regelmäßige Emissionsmessungen) und kontrolliert
Tiere, Pflanzen, biologische Vielfalt	+	Deutliche Verringerung von Stickstoff- und Säureeinträgen aufgrund der weitergehenden Minderung von Luftschadstoffemissionen (NO_x, SO_2, NH_3)
Fläche und Boden	0	Baumaßnahmen finden ausschließlich auf Betriebsgelände statt; keine zusätzliche Flächenversiegelung; Walking-Floor-Anlage wird auf versiegelter Fläche errichtet; kein Eintrag relevanter gefährlicher Stoffe in Boden und Grundwasser
Wasser	0	Baumaßnahmen finden ausschließlich auf Betriebsgelände statt; keine zusätzliche Flächenversiegelung; Walking-Floor-Anlage wird auf versiegelter Fläche errichtet; kein Eintrag relevanter gefährlicher Stoffe in Boden und Grundwasser
Luft	+	Emissionsgrenzwerte werden weiterhin sicher eingehalten: Weitergehende Minderung von Luftschadstoffemissionen /-immissionen (NO_x, SO_2, NH_3) Emissionsniveau für Spurenelemente ändert sich bei erweitertem / veränderten Brennstoffportfolio kaum oder nur geringfügig und wird entsprechend überwacht (Brennstoffanalysen und regelmäßige Emissionsmessungen) und kontrolliert
Klima	+	Möglichkeit zum erweiterten Einsatz von (biomassehaltigen) Ersatzbrennstoffen und damit Schonung fossiler Brennstoffe und weitere Reduktion von CO_2 -Emissionen
Landschaft, kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter	0	Bauliche Veränderungen auf dem Anlagengelände sind von außerhalb optisch nicht wahrnehmbar

1) Bewertung: 0 (nicht erheblich / keine Auswirkung) + (positive Auswirkung) – (negative Auswirkung)

Abbildung 3.2: Zusammenfassung der gutachterliche Bewertung von Auswirkungen auf die Schutzgüter durch den Antragsgegenstand.

Quelle: VDZ Technology gGmbH, Umweltverträglichkeitsvorprüfung A-2020/2379, S.116

4 Inhaltsdarstellung der Unterlagen, die Geschäfts- und Betriebsgeheimnisse enthalten

Der Genehmigungsantrag enthält Betriebsgeheimnisse. Diese sind als *BETRIEBS- und GESCHÄFTSGEHEIMNISSE* gekennzeichnet.

Folgende Kapitel bzw. Formblätter enthalten Betriebsgeheimnisse:

Formular 1/1	Punkt 6
Formular 1/1.2	Punkt 3
Kapitel	6.3.1
Kapitel	6.3.2
Kapitel	6.3.4
Kapitel	6.3.5
Kapitel	13.4
Kapitel	18
Kapitel	20

5 Standort und Umgebung der Anlage

Die Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG betreibt südöstlich von Müs einen Kalksteintagebau. Der aus den Muschelkalk-Serien gewonnene Rohstoff wird u.a. in Anlagen zum Brennen von Kalk und zum Herstellen von Zementen verarbeitet.

Der Standort ist in der beiliegenden topographischen Karte gekennzeichnet.

Der Abstand des Betriebsgeländes zur Bebauungsgrenze des nordwestlich gelegenen Ortsteil Müs beträgt ca. 400 m. Nordöstlich der Betriebsgebäude schließt sich der Kalksteintagebau an. östlich des Tagebaus beginnt in ca. 1.300 m Entfernung die Wohnbebauung von Großenlüder. Die Bebauungsgrenze von Uffhausen liegt ca. 1.200 m südöstlich der Betriebsgebäude.

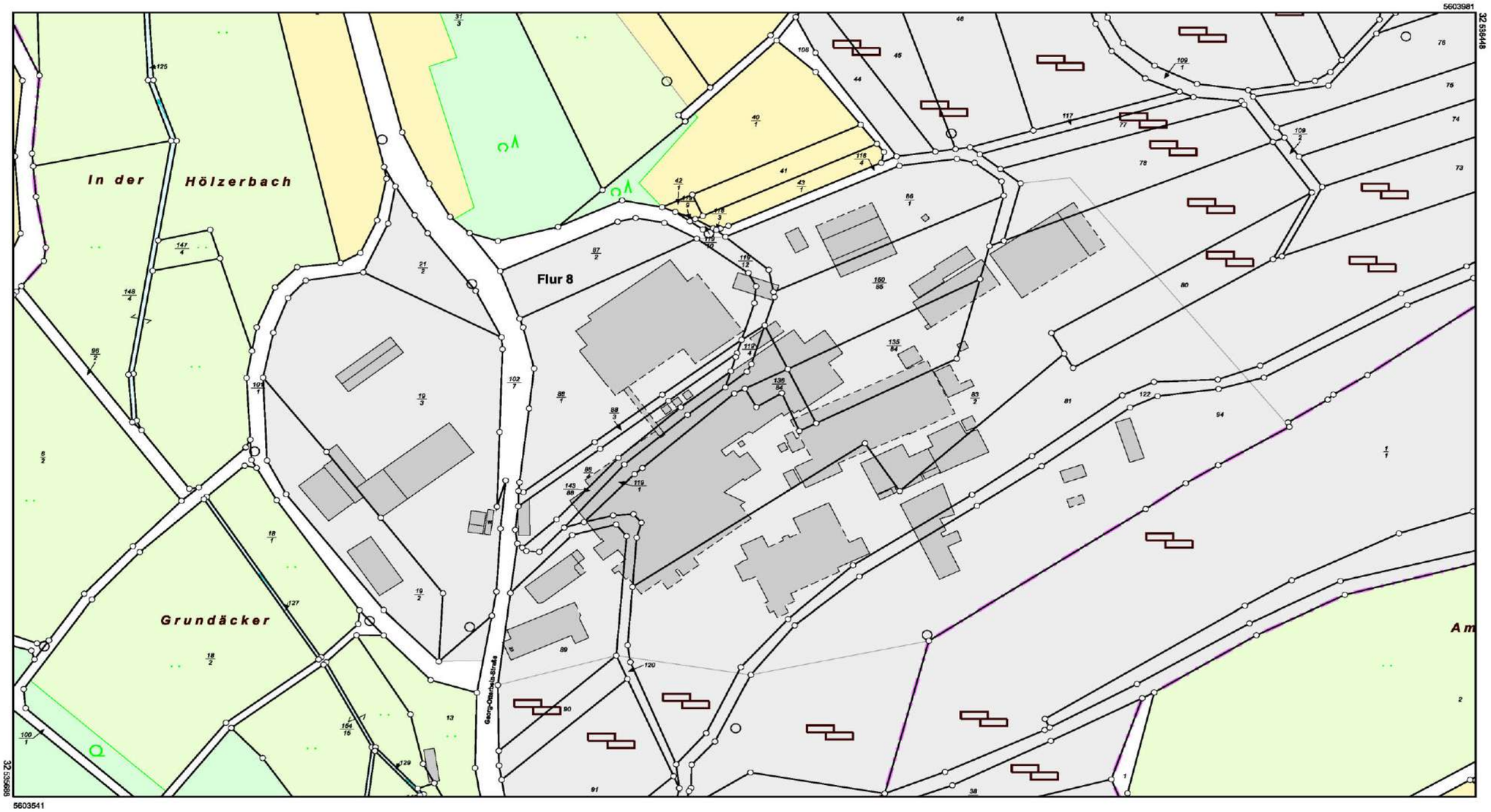
Südöstlich des Betriebsgeländes sowie nördlich und nordöstlich des Kalksteinbruchs befindet sich das FFH-Gebiet „Kalkberge bei Großenlüder" (Gebiets-Nr.: 5423-303). Das FFH-Gebiet ist auch als Naturschutzgebiet ausgewiesen.

Die Schutzzone III eines Wasserschutzgebietes (WSG-ID: 631-081) beginnt westlich des Betriebsgeländes in ca. 700 m Entfernung. In einer Entfernung von ca. 1,5 km östlich des Betriebsgeländes befindet sich ebenfalls ein Wasserschutzgebiet (WSG-ID: 631-030).

Die Entfernung zu einem nördlich des Betriebsgeländes gelegenen Heilquellenschutzgebietes (Zone D; WSG-ID: 631-130) beträgt ca. 600 m.

Das Betriebsgelände ist allseitig von landwirtschaftlichen Flächen umgeben. Nach Süden und Südosten gehen die landwirtschaftlichen Flächen in Wald über.

Das Firmengelände ist über die Georg-Otterbein-Straße an die Bundesstraße B 254 angebunden.



Maßstab 1:2000 0 20 40 60 Meter

Vervielfältigung nur erlaubt, soweit die Vervielfältigungsstücke demselben Nutzungszweck wie die Originalausgaben dienen.
§18 Abs. 2 des Hessischen Vermessungs- und Geoinformationsgesetzes vom 6. September 2007 (GVBl. I S. 548), zuletzt geändert durch Gesetz vom 23. Juni 2020 (GVBl. S. 430)

HESSEN

Amt für Bodenmanagement Fulda
Washingtonallee 1
36041 Fulda

Flurstück:	83/2	Gemeinde:	Großenlüder
Flur:	8	Kreis:	Fulda
Gemarkung:	Müs	Regierungsbezirk:	Kassel

Auszug aus dem Liegenschaftskataster

Liegenschaftskarte 1 : 2000
Hessen
Erstellt am 25.11.2021
Antrag: 201043320-2
AZ: 3196353

Abbildung 5.1: Auszug aus dem Liegenschaftsregister

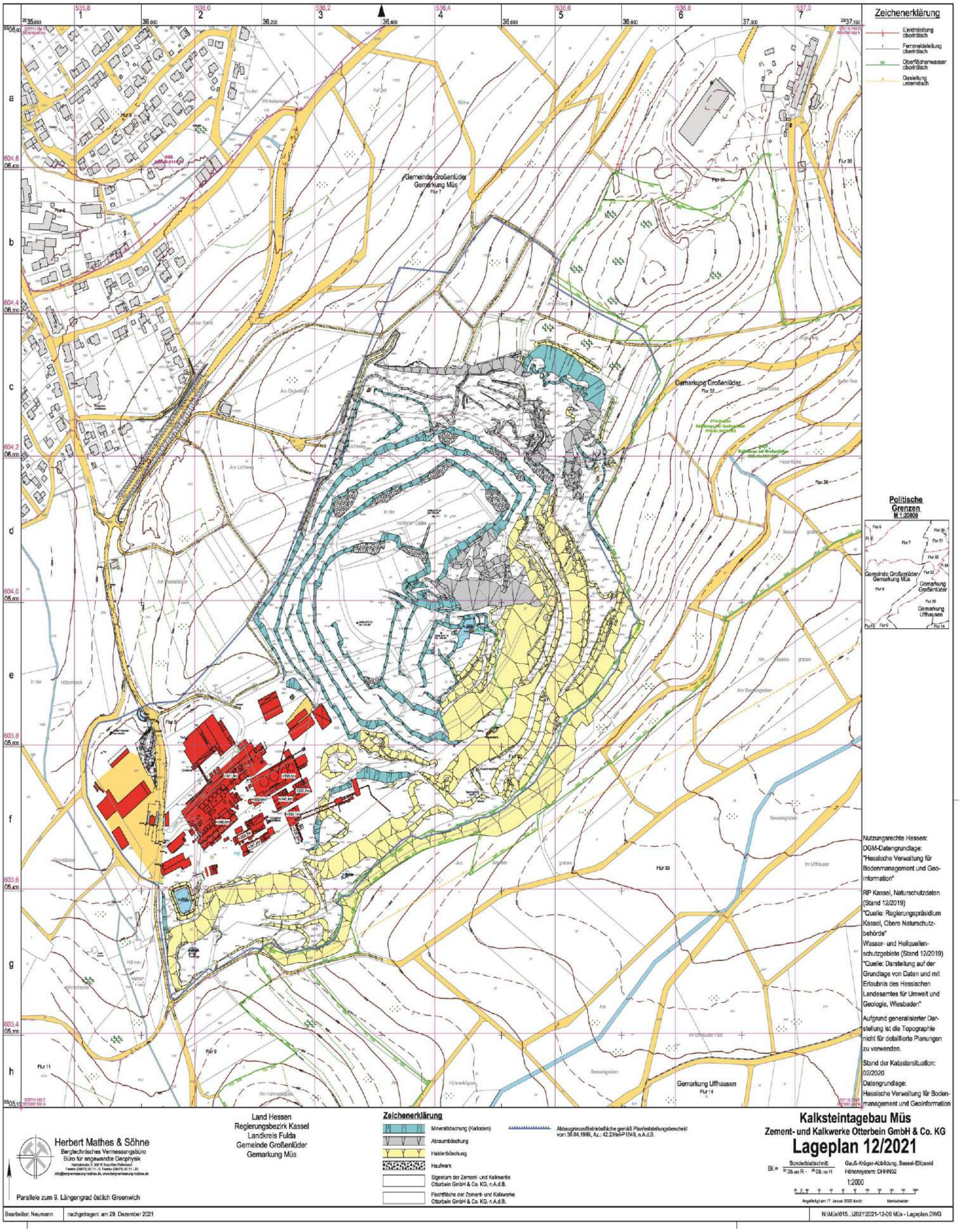


Abbildung 5.2: Lageplan

6 Anlagen- und Verfahrensbeschreibung, Betriebsbeschreibung

6.1 Einordnung des Vorhabens

In der deutschen Zementindustrie nehmen hohe Nachhaltigkeitsstandards im Sinne einer ausgewogenen Balance zwischen ökologischen, sozialen sowie ökonomischen Ziel- und Handlungsfeldern einen zentralen Stellenwert ein. Wichtige Tätigkeitsschwerpunkte sind in diesem Zusammenhang der Umwelt- und Klimaschutz sowie die Schonung natürlicher Ressourcen.

Im Bereich des Umweltschutzes wurden zur Emissionsminderung industrieweit in den vergangenen Jahrzehnten vielzählige technologische und verfahrenstechnische Entwicklungen vorangetrieben und erfolgreich umgesetzt. Von besonderer Bedeutung ist dabei die in den letzten Jahren großtechnisch eingeführte katalytische Technologie zur Abgasreinigung (sog. SCR = Selektive katalytische Reduktion), die in der sog. High-Dust und Low-Dust-Ausführungen im Rahmen von zwei Pilotprojekten in deutschen Zementwerken demonstriert und in den letzten Jahren in einigen Werken der deutschen Zementindustrie implementiert wurden. Die Betriebserfahrungen zeigen eine grundsätzliche Wirksamkeit und Verfügbarkeit der beiden Technologien, wobei mit beiden Ausführungen spezifische Einschränkungen verbunden sind, die mit dem geplanten Vorhaben überwunden werden sollen.

Im Bereich des Klimaschutzes sind die Senkung von CO_2-Emissionen durch die Steigerung der Energieeffizienz und durch die Substitution von Primärbrennstoffen zentrale Stellhebel. Bei der Primärbrennstoffsubstitution werden fossile Brennstoffe, vor allem Braun- und Steinkohle, zunehmend durch alternative Brennstoffe (u.a. Tiermehl, Fluff oder Trockenklärschlamm) ersetzt. Diese weisen einen geringen Kohlenstoffanteil und meist hohe Biomassegehalte auf, wodurch sie signifikant zur Minderung klimarelevanter CO_2-Emissionen beitragen. Die Zementindustrie ist damit ein wichtiger Partner der Kreislaufwirtschaft und gewährleistet eine hochwertige, reststofffreie Verwertung von einer Vielzahl an Stoffströmen. Die Branche strebt an, den Einsatz alternativer Brennstoffe zur Deckung des thermischen Energiebedarfs weiter zu steigern und damit einen zusätzlichen Beitrag zu CO_2-Minderung und Ressourcenschonung zu leisten.

Ein weiterer Hebel zur CO_2-Minderung in der Zementindustrie sind klinkereffiziente Zemente. Hierbei werden durch die Verwendung weiterer Einsatzstoffe bei der

Zementmahlung nicht nur natürliche Rohstoffe geschont, sondern vor allem der Klinkergehalt im Zement reduziert und sowohl der Brennstoffverbrauch als auch prozessbedingte CO_2-Emissionen verringert. Eine wichtige Bedeutung nimmt hierzulande vor allem Hüttensand bei der Verringerung des Klinkergehalts im Zement ein. Die große Bedeutung von Hüttensand im Rohstoffmix der Zementherstellung steht dabei beispielhaft für die enge Verzahnung branchenübergreifender, industrieller Wertschöpfungsketten. Im Sinne des Klimaschutzes und der Ressourcenschonung wird es auch in Zukunft darauf ankommen, diese Potenziale zu nutzen und neue Stoffkreisläufe im Sinne einer zirkulären, klimaneutralen Wirtschaft zu entwickeln.

Das im folgenden vorgestellte Vorhaben ist eingebettet in alle der vorgenannten Megatrends im Bereich Umweltschutz, Klimaschutz sowie Ressourcenschonung und leistet damit einen wichtigen Beitrag für die zukunftsgerichtete Ausrichtung der Zementproduktion an unserem Standort.

6.2 Überblick über das Vorhaben

Die Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & CO. KG betreibt auf ihrem Werksgelände in Großenlüder-Müs u.a. eine Drehofenanlage zur Herstellung von Zementklinker mit einer genehmigten Klinkerkapazität von 650 t/d. Dabei handelt es sich um eine genehmigungsbedürftige Anlage nach Anh. Nr. 2.3.1, Spalte 1, der 4. BImSchV.

Die Feuerungswärmeleistung (FWL) der Drehofenanlage wurde bisher zu mindestens mit 40 % Primärbrennstoffe gedeckt. Außerdem ist der Einsatz von Ersatzbrennstoffen bis zu 60 % der Feuerungswärmeleistung genehmigt. Im Bereich der Zementherstellung ist der Einsatz von Hüttensand und Hüttensandmehl zur Herstellung von klinkereffizienten Zementen mit geringerem CO_2-Fußabdruck genehmigt.

Entsprechend der in Kapitel 6.1 skizzierten Megatrends im Bereich des Umwelt- und Klimaschutzes sowie der Ressourcenschonung beantragen wir mit dem vorliegenden Antrag folgende Vorhaben:

<u>Umweltschutz</u>

- Errichtung und Betrieb einer innovativen „HGF-SCR-Anlage“ (Heißgasfilter-Selective Catalytic Reduction-Anlage) zur prozessintegrierten Staubabscheidung im Heißgasbereich und katalytischen Abgasreinigung zur Emissionsminderung.

- Verzicht auf die rohstoffbedingten Ausnahmen bei den Emissionsgrenzwerten für SO_2 und NH_3.

Klimaschutz

- Errichtung und Betrieb einer Anlage zur Kreislaufentlastung zur geplanten Erhöhung des Anteils von Ersatzbrennstoffen aus Biomasse, einschl. Förderung und Lagerung des Vorwärmekalks in bestehenden betrieblichen Silos.

- Ersatzbrennstoffe:
  - Minderung der fossilen Energieträger bei gleichzeitiger Erhöhung der EBS-Rate: Erhöhung der EBS-Rate von 60 % auf bis zu 100 % der Feuerungswärmeleistung, um den Klinkerbrand mit EBS an der Drehofenanlage bis zu 100 % zu decken. Die beantragte Erhöhung der EBS-Rate wird frühestens nach Inbetriebnahme der HGF-SCR-Anlage und der Anlage zur Kreislaufentlastung erfolgen.
  - Brennstoffmix: Veränderung der bisher genehmigten Arten von Ersatzbrennstoffen: auf den genehmigten Einsatz von Flugasche sowie ölverunreinigter Bleicherde wird verzichtet. Stattdessen beantragen wir neben den genehmigten Brennstoffen Fluff, Tiermehl und Trockenklärschlamm zukünftig Holzspäne als nahezu vollständig biomassehaltigen und damit CO_2-freien Brennstoff einzusetzen. Ferner wird beantragt, die unter der Ersatzbrennstoffart „Fluff“ subsumierten bereits genehmigten Abfallschlüsselnummern um die Abfallschlüsselnummer 191212 zu ergänzen. Die beantragte Ausdehnung des Tiermehl-Einsatzes zur Einsparung von CO_2-Emissionen bedingt die Erschließung neuer Lieferanten / Lieferquellen, wodurch eine Anpassung der Maximalwerte für die Spurenelemente Nickel und Blei erforderlich wird.
- Errichtung und Betrieb einer zusätzlichen Anlage, die die aktuelle Brennstoffdosierung komplettiert (sog. Walking-Floor-Station), inkl. Blasleitung bis Ofenkopf, um die Brennstoffe mit der notwendigen Präzision in den Prozess einbringen zu können, und somit der Regelung der Kreislaufentlastung gerecht zu werden. Die vorhandenen Lager- und Dosiereinrichtungen für den Einsatz von Kohlenstaub, Tiermehl und Trockenklärschlamm (bestehende Silos) sowie Fluff (bestehende Walking-Floor-Station) werden nicht verändert.

Ressourcenschonung

- Erhöhung des Einsatzes von Hüttensand und Hüttensandmehl aus externer Lieferung einschließlich der Lagerung in Summe auf bis zu 25.000 t/a für die Zementherstellung.
- Trocknung und Vermahlung von Hüttensand zu Hüttensandmehl: Trocknung von bis zu 10.000 t/a in der Trockentrommel, Vermahlung auf der Zementmühle.

Sonstiges

- Nutzungserweiterung bestehender Lagersilos sowie Errichtung und Betrieb von Förderanlagen für die Stoffe HGF-SCR-Staub und Vorwärmerkalk.
- Anpassung des genehmigten Einsatzes von Eisenoxid-Träger als Rohmaterialstoff auf bis zu 6.000 t/a.
- Anpassung der genehmigten Einsatzmenge von Klinker und Zement aus externer Lieferung bei Betriebsstörungen des Drehrohrofens bzw. der Zementmühle für den Zeitraum von jeweils max. 3 Monaten pro Jahr (72 Tage) einschließlich der Lagerung in vorhandenen Silos, auf jeweils max. 600 t/d, Einsatzmengen: jeweils max. 21.600 t/a.
- Neufassung der lärmbezogenen Regelung für die Anlage zur Herstellung von Zementklinker und Zement, anstelle der bisherigen Nebenbestimmung 3.2.1, 3.2.2 und 3.2.3 des Genehmigungbbescheids vom 29.5.2013 (33 53e 621-4.13 Otterbein/Bai).
- Streichung der Nebenstimmung 3.1.3 „Radionuklide“ aus der Genehmigung mit dem Aktenzeichen 33 53e621 -4.13 Otterbein/Bai.
- Streichung der Nebenbestimmung „Niederschlagswasser“ Nr 10 des Genehmigungsbescheides III/2 - 53e 621 (675).

6.3 Detaillierte Beschreibung des Vorhabens

6.3.1 Umweltschutz

6.3.1.1 Anlage zur Abluftreinigung HGF-SCR

Mit diesem Vorhaben soll im Zementwerk OTTERBEIN weltweit erstmalig ein prozessintegriertes Gasreinigungs-System installiert werden, wobei sich das für die Zementindustrie neuartige Verfahren durch eine Heißgasentstaubung mittels keramischer Filterkerzen mit systemintegrierter SCR-Technologie zur Minderung der NO_x- und NH_3-Emissionen auszeichnet. Das sog. Heißgasfilter-SCR-System (HGF-SCR-System) bestehend aus Filtration und Katalysator in einer technischen Einheit erlaubt den Einsatz unmittelbar nach Zyklonvorwärmer, wodurch erhebliche Vorteile gegenüber dem Stand der Technik generiert werden. Das so gewählte Anlagendesign bewirkt hohe Verfügbarkeiten bzgl. der Emissionsreduzierung und eine signifikante Energie- und CO_2-Einsparung gegenüber dem bekannten „End of Pipe"-Low-Dust-SCR-Verfahren, welches eine Wiederaufheizung der Abgase systembedingt notwendig macht. Weiterhin führt das Vorhaben zu einer deutlich längeren Standzeit der Katalysatoren im Vergleich zur High-Dust-SCR-Technologie und somit zu einer Einsparung wertvoller Metalle und der damit verbundenen Energieaufwendungen. Mit der Technologie werden erhebliche Vorteile im Hinblick auf die Anlagenverfügbarkeit/-sicherheit sowie einer weiteren energetischen Optimierung der Produktionslinie erschlossen werden.

Die technische Funktionsweise des Vorhabens ist gekennzeichnet durch das Zusammenspiel der nachfolgend aufeinander abgestimmten Hauptkomponenten, wobei das System Heißgasfilter in konstruktiver Einheit mit dem Katalysator direkt nach Vorwärmer der Ofenanlage die wesentliche Innovation darstellt.

(1) Reduktionsmitteleindüsung

Um Stickstoffoxide im Katalysator mindern zu können, ist die Zugabe eines Reduktionsmittels erforderlich, in diesem Fall 40 %-ige Harnstofflösung. Zur Sicherstellung einer möglichst hohen Anlagenverfügbarkeit soll die Eindüsung des Harnstoffs wahlweise an der obersten Zyklonstufe (bevorzugt) und / oder im Steigschacht des Wärmetauschers erfolgen. Bei Zugabe im Steigschacht kann die

Eindüsung über die bereits vorhandene SNCR (Selective Non-Catalytic Reduction)-Anlage erfolgen. Für die Eindüsung an der obersten Zyklonstufe werden neue Eindüselanzen inklusive Pumpstation und Leckageüberwachung neu gebaut und installiert. Die Lagerung der Harnstofflösung erfolgt wie bisher auch in einem bereits vorhandenen Tank. Im Falle einer betriebsbedingten Ausfallzeit der HGF-SCR-Anlage wird die Fahrweise der heutigen SNCR-PLUS-Anlage aktiviert. In diesem Falle erfolgt die alleinige Eindüsung des Harnstoffs im Steigschacht des Wärmetauschers.

(2) Abgaskonditionierung

Für den effizienten Betrieb des Katalysators wird ein Temperaturfenster von ca. 350 °C – 400 °C angestrebt. Durch die Konditionierung der Abgastemperatur wird der Katalysator am Betriebspunkt mit der höchsten Abscheideleistung (Aktivität) betrieben und negative Effekte, die die Deaktivierungsrate verringern, können dadurch weitestgehend reduziert werden. Die Konditionierung des Abgases erfolgt durch Eindüsung von Wasser in der Fallleitung nach dem Vorwärmerturm und vor dem Ofengebläse.

Bereits heute findet eine Wassereindüsung zur Abgaskonditionierung vor dem Gewebefilter statt. Zukünftig erfolgt im Wesentlichen eine Verschiebung der Wassereindüsung von der Position „in der Trockentrommel“ zur Position „vor Heißgasfilter“.

(3) Heißgasfilter

Unmittelbar nach dem Ofengebläse werden die zu behandelnden Ofenabgase durch den (5) Stützventilator durch das HGF-SCR-System gesaugt, beginnend mit der vollständigen Entstaubung des Abgases durch die spezielle Heißgasfiltration (Spezifikation und Funktionsbeschreibung s. Kapitel 6.3.5.1). Um dieses Filter bei Temperaturen von >300 °C betreiben zu können, werden keramische Filterkerzen als Filtermedium installiert. Nach der Heißgasfiltration werden die Abgase im unmittelbaren Verbund dem Katalysator mit einem geringen Pitch-Maß zugeführt. Das Abreinigungssystem des Heißgasfilters ist für eine sehr hohe Abreinigungsleistung dimensioniert und somit kann auch bei schwierigen Staub- und Abgaseigenschaften

eine funktionierende Abreinigung mit nachfolgender Entstickung gewährleistet werden.

Der im HGF abgeschiedene Staub wird mittels Schnecken, Schneckenpumpe und Wiegezellen in das System zurückgeführt oder wahlweise zur Weiterverwendung zur in der Produktion gefördert.

(4) SCR-Katalysator

Wie aus jüngsten Industrieanwendungen bestätigt, zeichnet sich ein SCR-Katalysator durch eine hohe Wirksamkeit der NO_x- und NH_3-Reduktion sowie eine deutliche Verminderung organischer Verbindungen (TOC) aus.

Nach der Entstaubung wird das heiße Abgas über den Wabenkatalysator geleitet. Der Einsatz eines 40 Zellers erlaubt es im Vergleich zu einer High-Dust-SCR-Anlage das Katalysatorvolumen stark zu reduzieren. Auch gegenüber der „End of Pipe“-Low-Dust-Anlage zeichnet sich der Wabenkatalysator durch ein geringeres Volumen infolge der höheren Temperatur und damit höheren Aktivität aus.

Das innovative Anlagendesign bietet zentrale Vorteile, die zu einer wesentlich effizienteren Ressourcennutzung und geringen laufenden Betriebskosten führen: Durch die vorgeschaltete Heißgasfiltration wird der Katalysator im entstaubten Reingas betrieben, wodurch die Deaktivierung des Katalysators vermindert wird. Zusätzlich erlaubt die konstruktive Anordnung von Filtration und Entstickung, dass bei Bedarf jeweils das Filtermedium oder der Katalysator gezielt ausgetauscht werden können.

Das Anlagendesign ist so gewählt, dass der Katalysator vor der Beaufschlagung mit Ofenabgas aufgeheizt bzw. beim Abfahren mit Frischluft gespült werden kann. Durch den Aufheizkreis werden Ammoniumsulfat-Ablagerungen und eine mögliche Deaktivierung, verursacht durch die Kondensation von Alkalien, verhindert.

(5) Stützventilator

Zur Überwindung des zusätzlichen Gesamt-Druckverlustes wird ein zusätzliches Gebläse installiert.

Nach Durchströmen der HGF-SCR-Anlage werden die gereinigten, heißen Abgase zur vorhandenen Anlage zur Trocknung von Rohmaterialien geleitet. Das Gas aus dem Trockner wird vor Ableiten über den Kamin in einem bestehenden Schlauchfilter entstaubt.

Das Heißgasfilter-Katalysator System ist in Abbildung 6.1 dargestellt. Abbildung 6.2 zeigt eine Visualisierung an der Zement-Drehofenanlage der Fa. Otterbein. Im Hintergrund ist der Wärmetauscherturm zu erkennen. Im Zuge der Umbaumaßnahmen wird im vorhandenen Aufzugschacht des Wärmetauschers im Drehrohrofen ein neuer Aufzug installiert. Der bislang genutzte außenliegende Aufzug wird demontiert. Abbildung 6.3 zeigt den Anlagenplan der HGF-SCR. Das Flow Sheet der HGF-SCR ist in Abbildung 6.4 dargestellt.

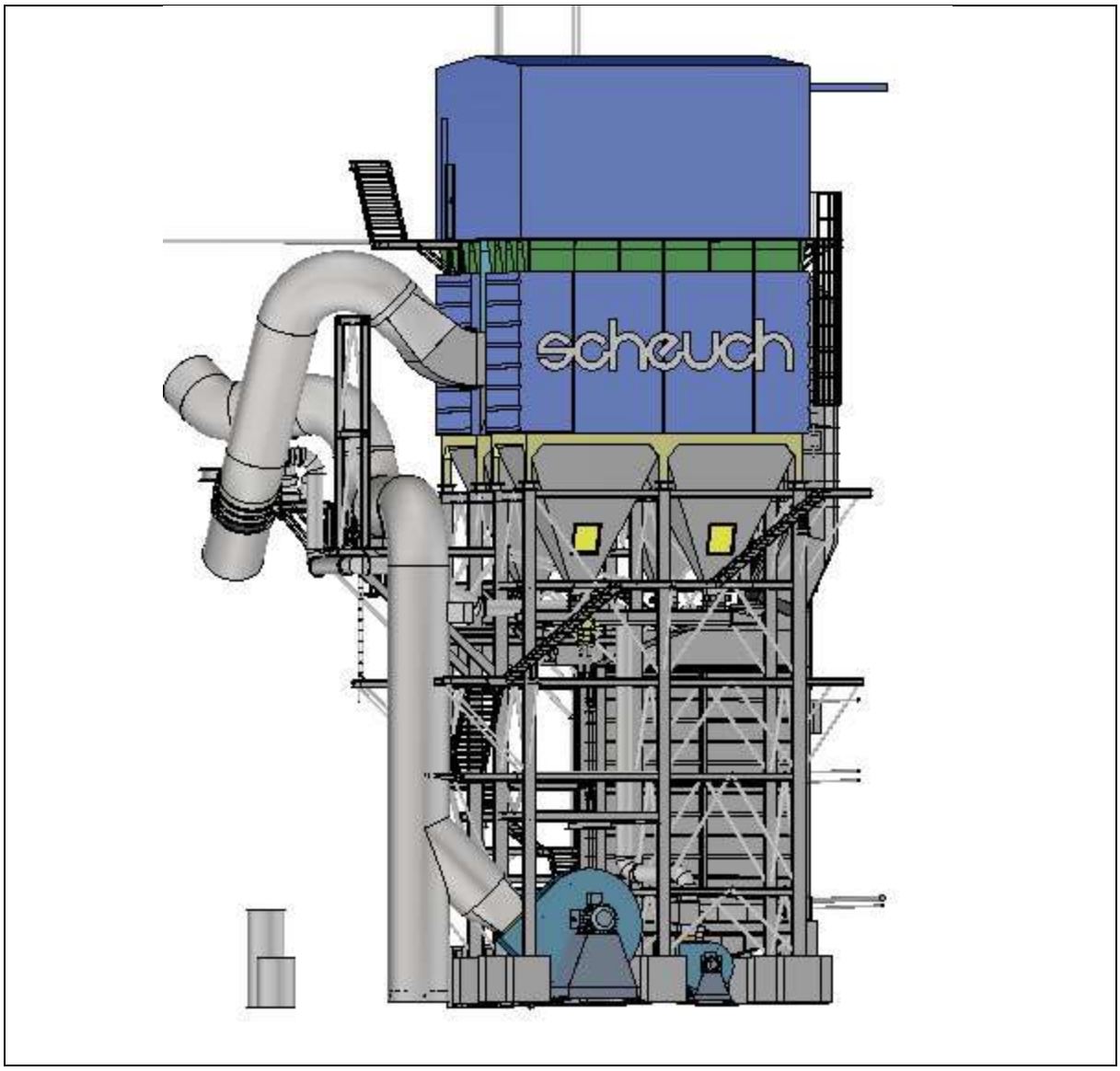


Abbildung 6.1: vorl. Visualisierung der HGF-SCR, Quelle: Fa. Scheuch

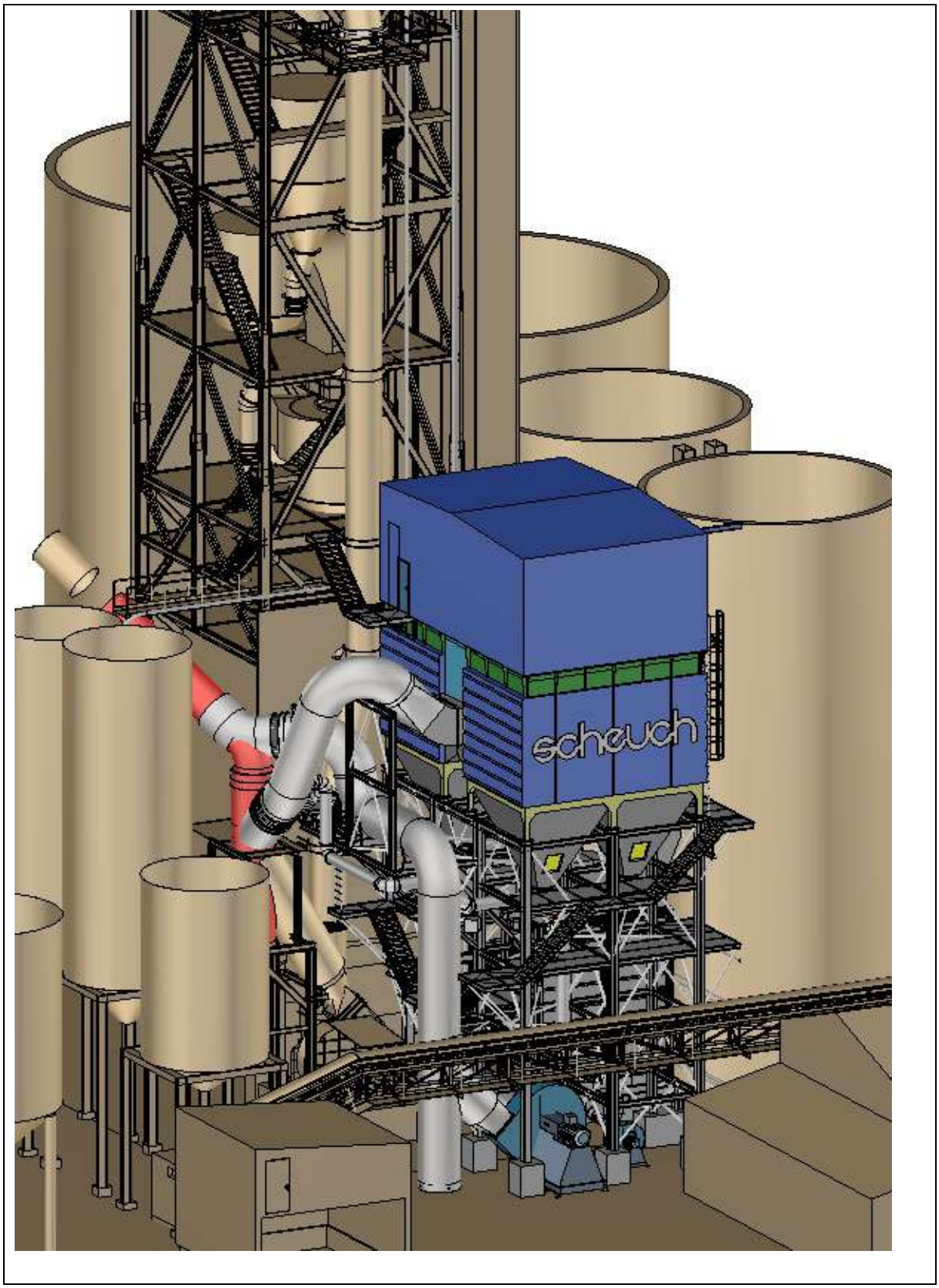


Abbildung 6.2: vorl. Visualisierung der HGF-SCR, Quelle: Fa. Scheuch

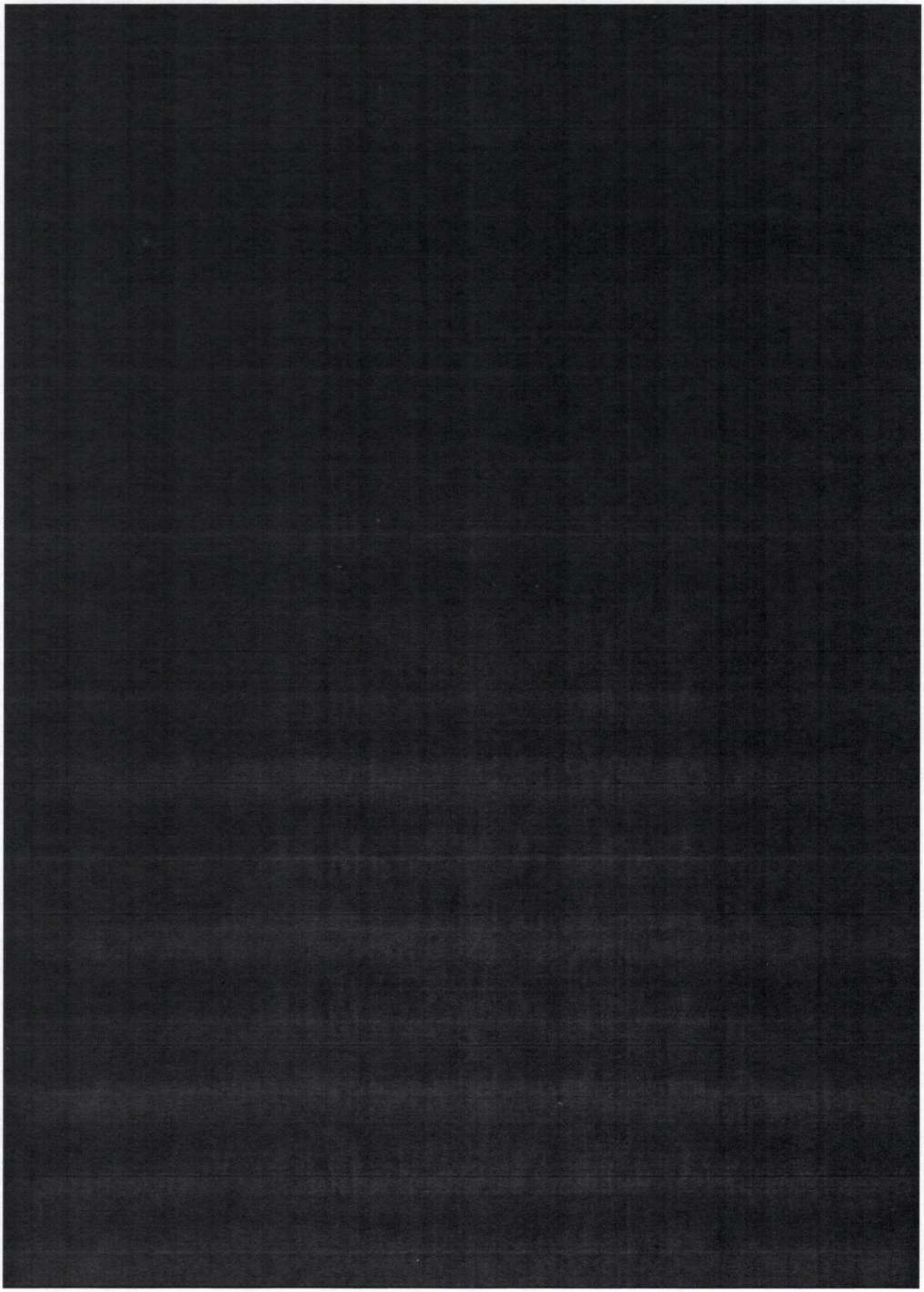


Abbildung 6.3: vorl. Anlagenplan der HGF-SCR, Quelle: Fa. Scheuch

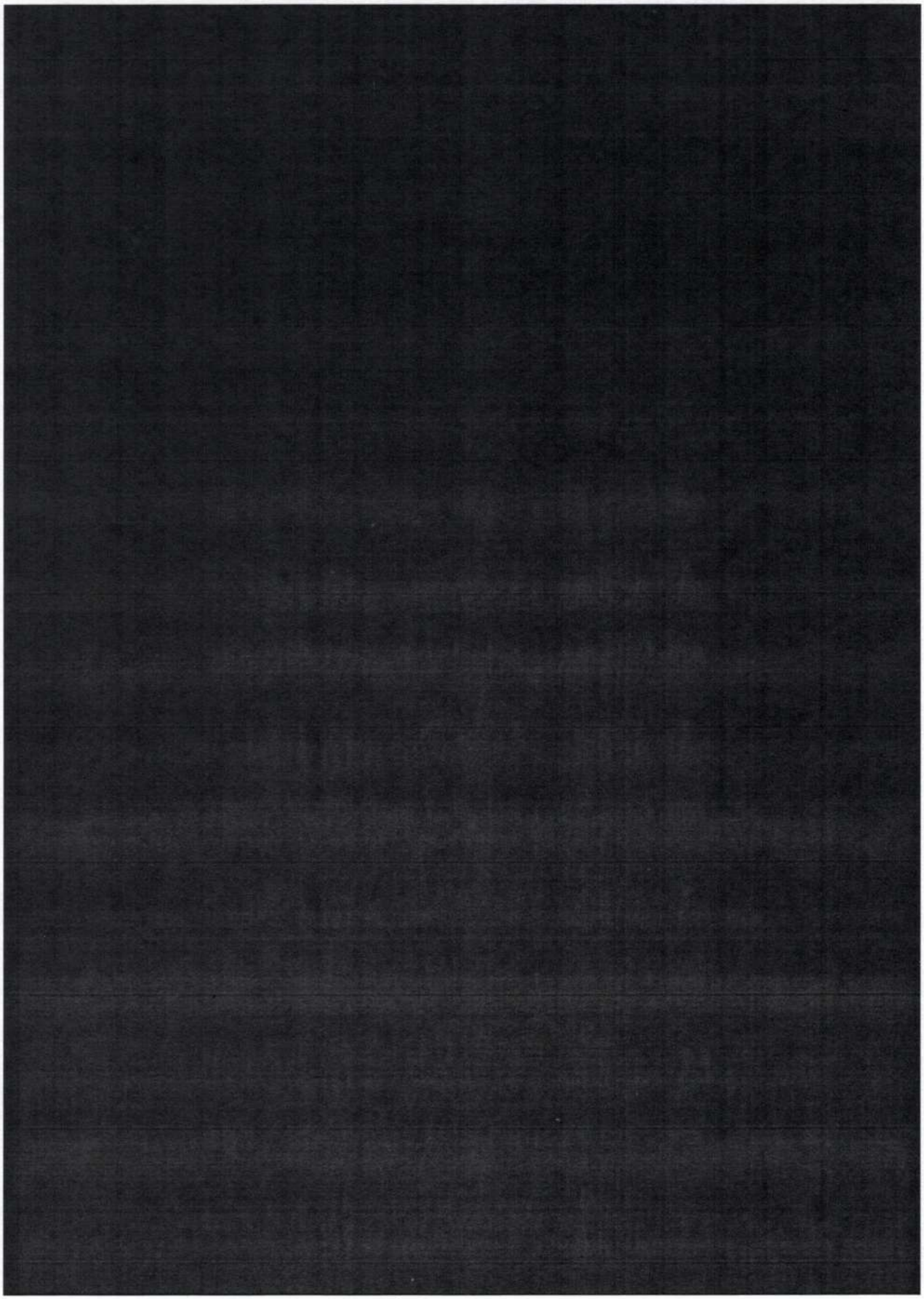


Abbildung 6.4: Flow Sheet der HGF-SCR, Quelle: Fa. Scheuch

Lagerung und Förderung des Heißgasfilter-Staubes

Im Heißgasfilter wird das noch heiße Abgas (Temperatur ~350-400 °C) des Wärmetauschers mit Hilfe temperaturbeständiger, keramischer Filterelemente entstaubt. Bei diesem Prozessschritt fällt ein Staub an („Heißgasfilter-Staub“ / „HGF-Staub“). Der abgeschiedene Staub wird in Kühlschnecken mit geschlossenem Kühlmittelkreislauf gekühlt. Er wird zum einen zurück zum Wärmetauscher geleitet und dort dem Ofenmehl zugeführt werden. Wahlweise wird der Staub auch anteilig oder vollständig in bestehende betriebliche Siloanlagen geleitet werden. Von diesen Silos aus erfolgt die Dosierung auf die Produktionsanlagen.

Die Förderung erfolgt mit Hilfe von sog. „Schneckenpumpen“, welche eine energieeffiziente Förderung erlaubt. Der HGF-Staub wird vollständig betriebsintern genutzt. Die Darstellung des beantragten Lagerungs- und Förderungskonzepts für sämtliche in diesem Antrag behandelten betrieblichen Materialströme erfolgt in Kap. 6.3.4.1.

6.3.1.2 Beantragung von Emissionsgrenzwerten

In Bezug auf die in Tabelle 6.1 aufgeführten Emissionsparameter werden folgende Änderungen beantragt.

Tabelle 6.1: Derzeitige und beantragte Emissionsgrenzwerte

Parameter	**Genehmigt [mg/Nm³]**	**Geplant [mg/Nm³]**
SO_2 TMW	200[1]	50
SO_2 HMW	350[1]	200
NO_x JMW	200[2]	200
NO_x TMW	200[2]	200[3]
NO_x HMW	800[2]	400[3]
NH_3 TMW	60[2]	30[3]
NH_3 HMW	120[2]	60[3]
Alle Angaben beziehen sich auf den Normzustand bei einem Bezugssauerstoffgehalt von 10 %.		

[1] Gemäß Genehmigungsbescheid mit dem Aktenzeichen *33/Ks-53e 621-4.12* Otterbein-we vom 21.10.2008

[2] Gemäß Genehmigungsbescheid mit dem Aktenzeichen 33.2 53e620 Otterbein-NH3/Aug vom 12.02.2016, zuletzt verlängert im Bescheid mit dem Aktenzeichen *RPKS-33.2-53 e 05 11/1* vom 17.12.2020

[3] Bei betriebsbedingten Ausfallzeiten der HGF-SCR werden Grenzwerte für NO_x und NH_3 in Anlehnung an die TA Luft in der Fassung vom 14. September 2021 beantragt. Die betriebsbedingten Ausfallzeiten dürfen maximal 5 % der Ofenlaufzeit betragen. Während dieser Zeiten wird die Abgasreinigung mittels SNCR-PLUS-Technologie gewährleistet. Es gelten abweichende Grenzwerte: NOx TMW: 350 mg/Nm³, NH_3 TMW: 50 mg/Nm³

Die rohmaterialbedingten Ausnahmen für die Emissionsgrößen SO_2 und NH_3 gemäß §17 BImSchG, welche erteilt wurden aufgrund der Genehmigungsbescheide mit den Aktenzeichen

- 33/Ks-53e 621-4.12 Otterbein-we vom 21.10.2008 (SO_2) bzw.
- 33.2 53e620 Otterbein-NH3/Aug vom 12.02.2016; zuletzt verlängert im Bescheid mit dem Aktenzeichen *RPKS-33.2-53 e 05 11/1* vom 17.12.2020 (NH_3)

werden zukünftig nicht mehr in Anspruch genommen.

Für den Fall von betriebsbedingten Ausfallzeiten der HGF-SCR-Anlage erfolgt die Abgasreinigung mittels SNCR-PLUS-Technologie. Die SNCR-Anlage wurde erstmals genehmigt durch den Bescheid mit dem Aktenzeichen 33/Hef 53e 621 4.11.8 Otterbein/we von 14.11.2007. Die Erweiterung der SNCR-Anlage wurde 12.06.2018 genehmigt durch den Bescheid mit dem Aktenzeichen 33.2 53e621-4.13.5 Otterbein/Aug.

In der Umweltverträglichkeitsvorprüfung der VDZ Technology gGmbH (siehe Abschnitt 20.1 dieses Antrags) erfolgt u.a.

- die Darstellung von möglichen Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf die Schutzgüter (Abschnitt 4 des Technischen Berichts);
- eine detaillierte Bewertung der zukünftigen Emissionssituation am Standort - (Abschnitt 5 des Technischen Berichts) sowie
- eine detaillierte Bewertung der zukünftigen Immissionssituation am Standort (Abschnitt 6 des Technischen Berichts).

6.3.2 Klimaschutz

6.3.2.1 Bau und Betrieb einer Anlage zur Kreislaufentlastung

Geplant ist, im Rahmen der Zementklinkerherstellung den Einsatz von sog. biomassenhaltigen Ersatzbrennstoffen (z. B. Tiermehl, Fluff) zu erhöhen, um verstärkt fossile Brennstoffe (v. a. Kohle, Gas) zu schonen und CO_2-Emissionen weiter zu reduzieren. Biomassehaltige Ersatzbrennstoffe enthalten typischerweise mehr Chlor als fos-sile Brennstoffe. Erhöhte Konzentrationen von Chlor und Schwefel können sich im Inneren des Ofensystems anreichern (Kreislaufbildung) und bei gleichzeitigem Vorhandensein von Alkalien durch sogenannte Ansatzbildung (Anbackungen /Verkrustungen an den Wänden) die Stabilität und Anlagenverfügbarkeit nachteilig beeinflussen. Aus diesem Grund muss das Kreislaufverhalten von Chlor und Schwefel bei der Herstellung von Zementklinker überwacht und kontrolliert werden.

ZKW Otterbein plant dies durch die Errichtung einer Anlage zur Kreislaufentlastung zu erreichen. Hierbei wird ein Teilluftstrom (ca. 3-4% im Normalbetrieb) aus dem Übergangsbereich Drehrohr-Wärmetauscher abgeführt. In diesem Bereich ist das Chlor noch dampfförmig. In einer Mischkammer wird dieser Teilluftstrom dann mit Hilfe von Kühlluft zügig auf rund 200 °C abgekühlt („gequencht“). Das mitgeführte Mehl dient

dabei als Kondensations- und Kristallisationsoberfläche für die dampfförmigen Chloride. In einem nachgeschalteten hochwirksamen Gewebestaubfilter wird dann der entstandene Staub (sog. „Vorwärmerkalk“) vom Gas getrennt. Die genaue Regelung des Systems erfolgt auf Grundlage der Analysen der Heißmehlproben. Damit wird die Anreicherung von Chloriden und Schwefel (Kreislaufbildung) im Wärmetauscher begrenzt und es wird ein stabiler Ofengang ermöglicht, auch bei höherem Einsatz von biomassenhaltigen Ersatzbrennstoffen. Durch die Kontrolle des Chlor- und Schwefelkreislaufs mittels Systems zur Kreislaufentlastung wird es für ZKW Otterbein in Zukunft möglich sein, mehr biomassenhaltige Ersatzbrennstoffe einzusetzen, ohne Änderung der quantitativen oder qualitativen Eigenschaften vom Produktionsoutput, und dadurch den Bedarf an fossiler Energie im Unternehmen stark zu reduzieren.

Das System zur Kreislaufentlastung besteht aus folgenden Komponenten / Subsystemen:

- Eine Kombination aus Abzugshaube, Mischkammer mit Frischluftgebläse, Gasleitungen, relevante Klappen und Filter sowie Kreislaufentlastungsventilator
- Eine Anlage zum Staubtransport (Zellenradschleuse, Schneckenförderer, pneumatisches Fördersystem) sowie -Lagerung (Staubsilo / Verladeeinrichtung)
- Die relevante EMSR- bzw. Automatisierungstechnik
- Eine Kombination aus Abzugshaube, Mischkammer mit Frischluftgebläse, Gasleitungen, relevante Klappen und Filter sowie Kreislaufentlastungsventilator
- Eine Anlage zum Staubtransport (Zellenradschleuse, Schneckenförderer, pneumatisches Fördersystem) sowie -Lagerung (Staubsilo / Verladeeinrichtung)
- Die relevante EMSR- bzw. Automatisierungstechnik

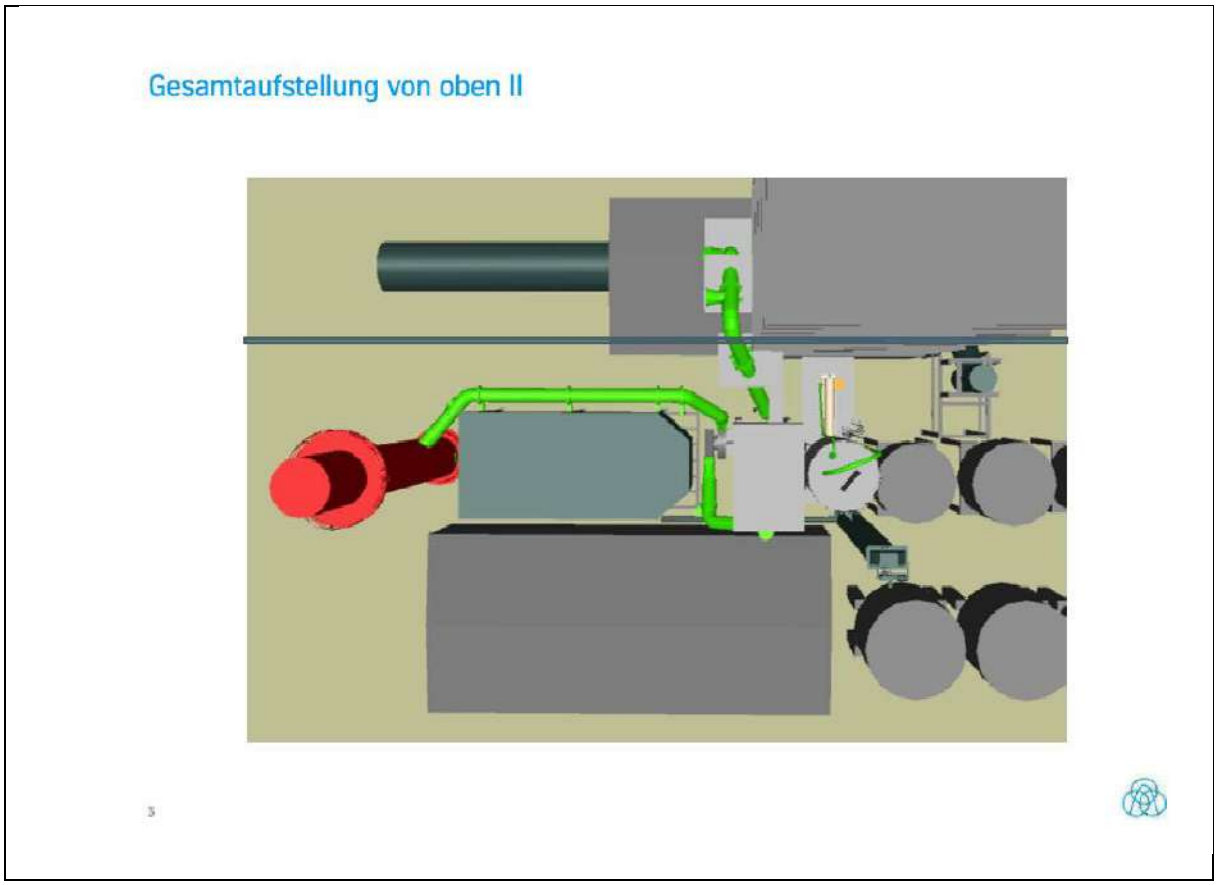


Abbildung 6.5: vorl. Abbildungen aus der Angebotsphase „Kreislaufentlastung“ der Fa. ThyssenKrupp Polysius

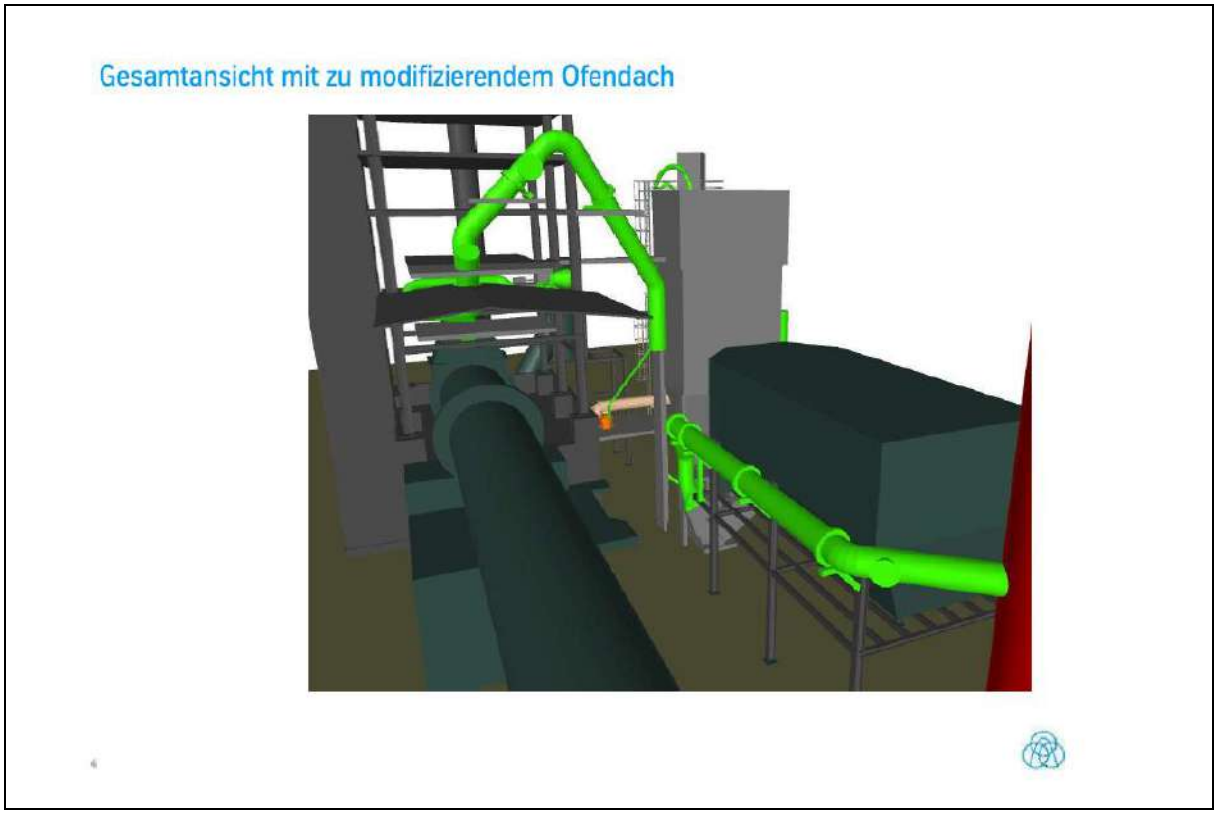


Abbildung 6.6: vorl. Abbildungen aus der Angebotsphase „Kreislaufentlastung“ der Fa. ThyssenKrupp Polysius

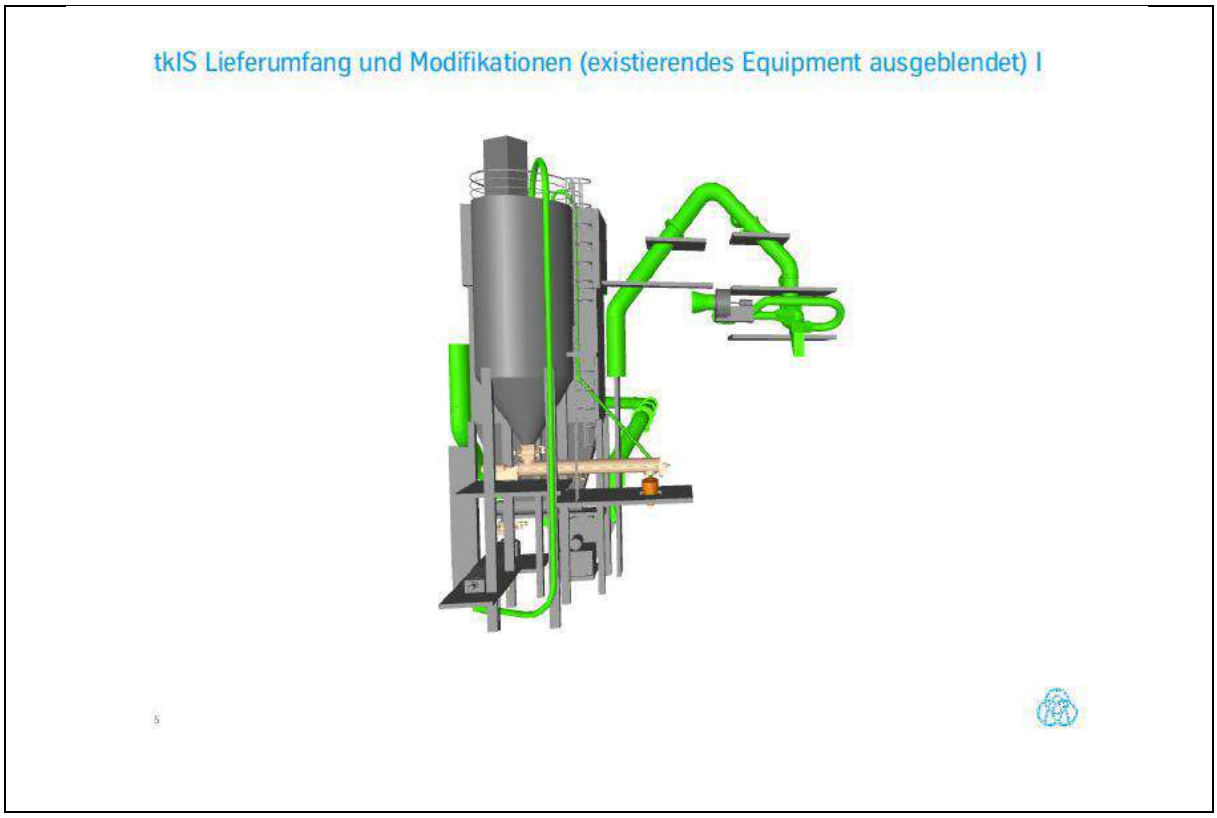


Abbildung 6.7: vorl. Abbildungen aus der Angebotsphase „Kreislaufentlastung“ der Fa. ThyssenKrupp Polysius

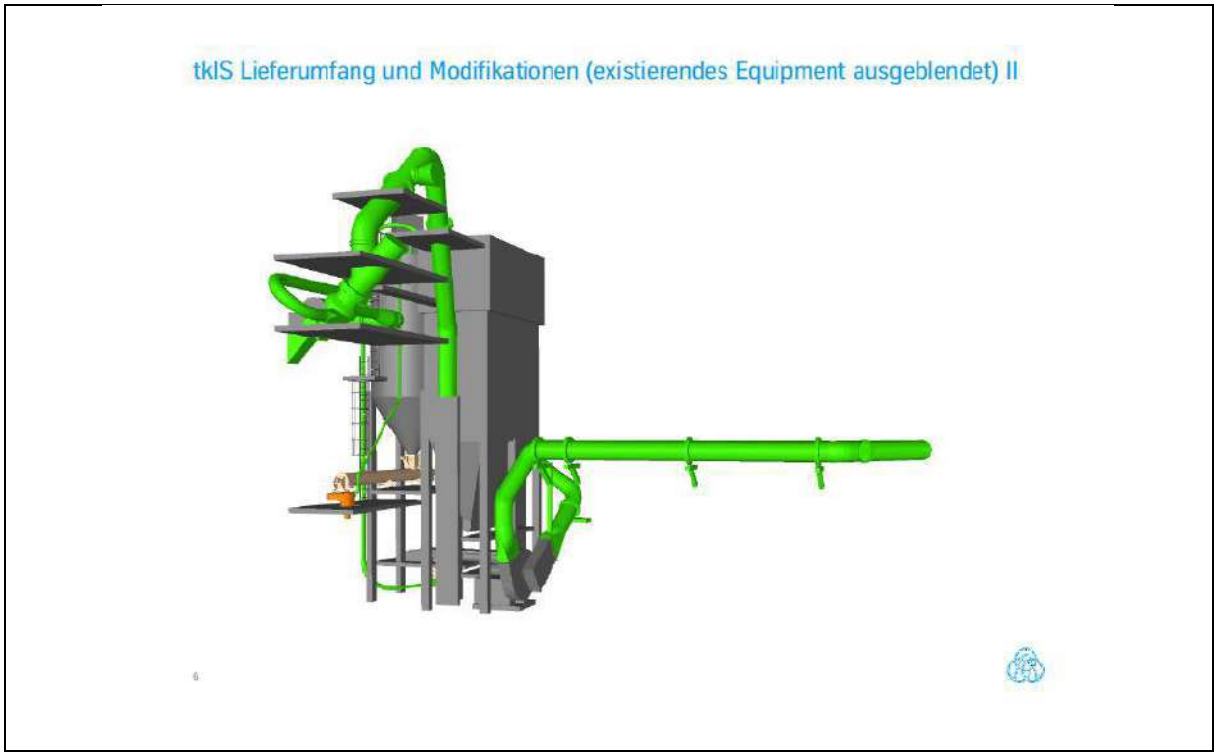


Abbildung 6.8: vorl. Abbildungen aus der Angebotsphase „Kreislaufentlastung“ der Fa. ThyssenKrupp Polysius



Abbildung 6.9: vorl. Abbildungen aus der Angebotsphase „Kreislaufentlastung“ der Fa. ThyssenKrupp Polysius

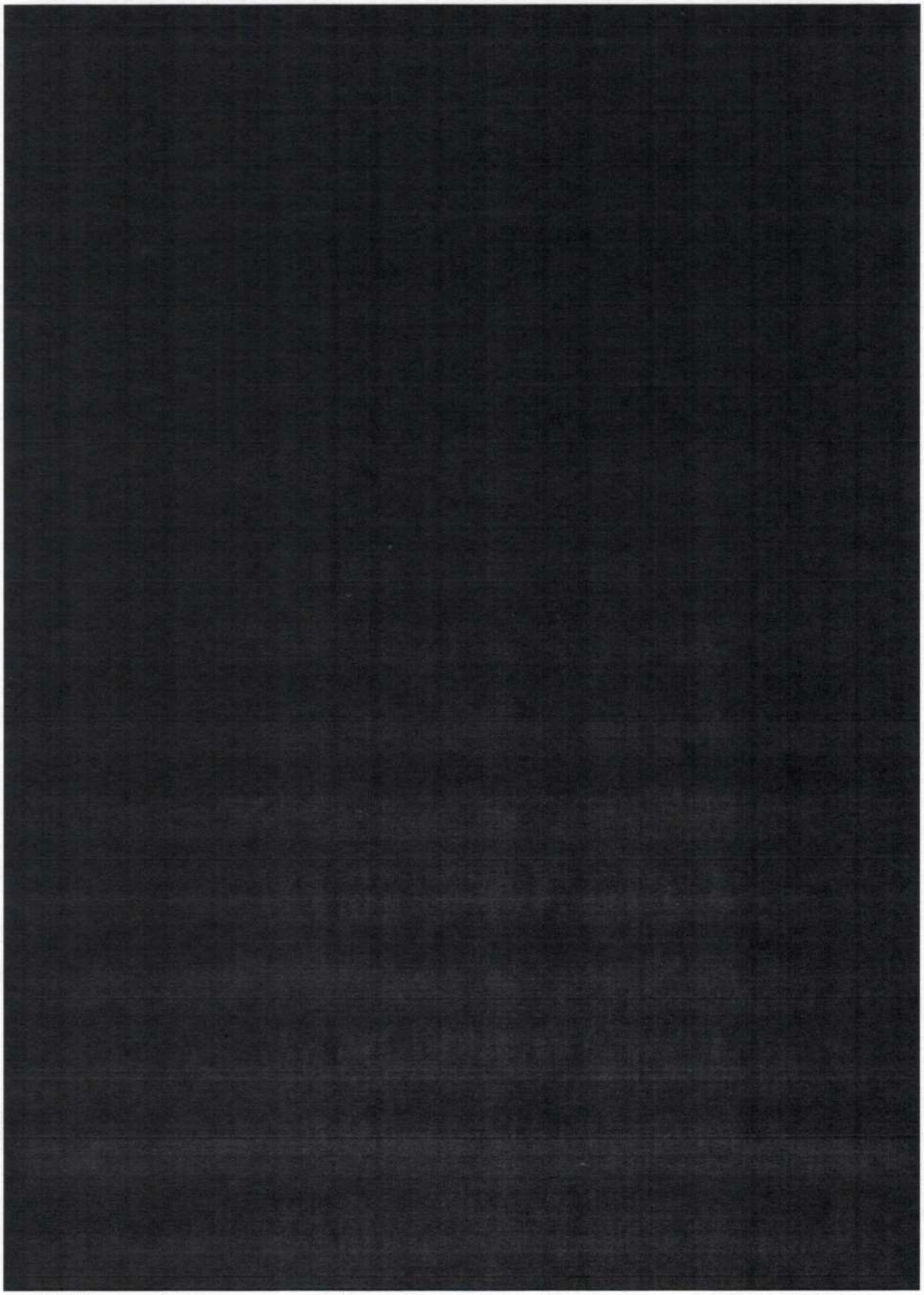


Abbildung 6.10: vorl. Anlagenplan der Anlage zur Kreislaufentlastung (Entwurfsfassung), Quelle: Fa. ThyssenKrupp Polysius

Die Inbetriebnahme der „Anlage zur Kreislaufentlastung“ soll erst nach erfolgter Inbetriebnahme der HGF-SCR-Anlage erfolgen.

Die Darstellung des beantragten Lagerungs- und Förderungskonzepts für sämtliche in diesem Antrag behandelten betrieblichen Materialströme erfolgt in Kap. 6.3.4.1.

6.3.2.2 Ersatzbrennstoffe

6.3.2.2.1 EBS-Rate

Der thermische Bedarf des Drehrohrofens wird mittels Verbrennung von Brennstoffen abgedeckt. Hierzu werden neben Primärbrennstoffen wie Kohle und Erdgas auch Ersatzbrennstoffe verwendet. Die Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG betreiben eine Drehofenanlage zur Herstellung von Zementklinker und Zementen. Die genehmigte Klinkerkapazität beträgt 650 t/d. Es handelt sich hierbei nach Anh. Nr 2.3.1, Spalte 1 der 4. BImSchV um eine genehmigungsbedürftige Anlage. Die Feuerwärmeleistung wird bislang, wie in der Genehmigung vom 12.06.2018 mit dem Aktenzeichen 33.2 53e621-4.13.5 Otterbein/Aug beschrieben, aus bis zu 60% Ersatzbrennstoffen und 40% aus Kohlenstaub und Erdgas gewonnen. Als genehmigte Ersatzbrennstoffe dürfen zurzeit Tiermehl, Flugasche, Fluff, Trockenklärschlamm und ölverunreinigte Bleicherde verwendet werden.

Im Sinne des Klimapfades der Bundesrepublik Deutschland wird eine vollständige Substitution von fossilen Primärbrennstoffen zur Einsparung von CO_2-Emissionen angestrebt. Ersatzbrennstoffe werden durch Aufbereitung von geeigneten Reststoffen gewonnen und müssen bestimmte Eigenschaften aufweisen. Durch die energetische und stoffliche Verwertung wird unter anderem Deponieraum geschont und auf Grundlage des Kreislaufwirtschaftsgesetzes gehandelt.

Die Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH und Co. KG beantragen die Erhöhung der Ersatzbrennstoffquote von derzeit 60% auf zukünftig bis zu 100% der Feuerungswärmeleistung (FWL) der Drehofenanlage.

Zur Lagerung und Dosierung soll neben der bestehenden noch eine weitere Walking-Floor-Anlage mit 2 Andockstationen erbaut werden. Diese beschickt durch diverse Fördereinrichtungen, einem Rohrwaagensystem und einer Zellenradschleuse direkt den Drehofen mit Ersatzbrennstoff.

Die Aufgabe der Primär- und Ersatzbrennstoffe in den Drehofen erfolgt am Ofenkopf. Ein stabiler Ofengang hängt eng mit den Temperaturen im Ofen zusammen. Die Gastemperatur im Drehofen beträgt am Brenner circa 2.000°C und am Ofeneingang circa 1.000°C. Durch diese vorherrschenden Bedingungen werden sämtliche Brennstoffe bei einer Verweilzeit von 3 bis 4 Sekunden vollständig verbrannt.

Der Einsatz und die Verbrennung von Ersatzbrennstoffen erfolgt ausschließlich bei konstantem Ofengang, wenn folgende Bedingungen eingehalten werden:

- Mindesttemperatur am Ofeneinlauf > 850°C und
- Mindestleistung des Drehofens: mindestens 22,5 t/h Rohmehlaufgabe

Die Einhaltung dieser Parameter ist sicher gewährleistet. Bei nicht konstanten Ofenbedingungen verhindert eine Verriegelung der Prozesssteuerung den Einsatz von Ersatzbrennstoffen. Somit wird Ersatzbrennstoff nur bei optimalen prozesstechnischen Voraussetzungen eingesetzt.

Die Anforderungen der 17. BImSchV an die Verbrennungsbedingungen (Verweilzeit des Brennstoffs für mind. 2 Sekunden bei > 850°C) werden aufgrund des Anlagendesigns der Drehofenlinie sowie des Prozessleitsystems stets sicher eingehalten.

6.3.2.2.2 Brennstoffmix

Die Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & CO. KG beantragt in der Drehofenanlage des Werkes Großenlüder-Müs zukünftig neben den bisher genehmigten Brennstoffen Gas, Kohlenstaub, Fluff, Tiermehl, und Trockenklärschlamm auch Holzspäne einzusetzen.

Die Ersatzbrennstoffart „Fluff“, die sog. Flugfähige Feststofffraktion, beschreibt Materialien, welche aus der Aufbereitung von definierten Reststoffströmen bestehen. Zur Verbesserung der lieferantenbezogenen Materialverfügbarkeit wird beantragt, die unter der Ersatzbrennstoffart „Fluff“ subsumierten bereits genehmigten Abfallschlüsselnummern (191208 u. 191210) um die Abfallschlüsselnummer 191212 zu ergänzen. Daneben wird beantragt, die Ersatzbrennstoffart „Fluff“ anhand des Heizwertes in eine hochkalorische sowie eine mittelkalorische Fraktion zu differenzieren.

Auf den bislang genehmigten Einsatz von Flugasche sowie ölverunreinigter Bleicherde wird zukünftig verzichtet.

Tabelle 6.1 zeigt im Überblick den bisherigen bzw. derzeit genehmigten Einsatz von Ersatzbrennstoffen im Vergleich zum geplanten Einsatz.

Tabelle 6.1: Massenströme der Brennstoffe (genehmigt/geplant)

Brennstoff	**Genehmigt**	**Geplant**
Ofenkapazität	650 t Klinker / Tag	650 t Klinker / Tag
EBS-Einsatzrate	max. 60% der Feuerungswärmeleistung	bis zu 100% der Feuerungswärmeleistung
Massenströme der Brennstoffe		
Regelbrennstoff (Kohlenstaub, Gas)	100 % der FWL	100 % der FWL
Fluff	max. 60% der FWL, entspr. max. 2,955 t/h	-
Fluff hochkalorisch	-	max. 100% FWL, entspr. max. 4,92 t/h
Fluff mittelkalorisch	-	max. 60% FWL, entspr. max. 4,06 t/h
Tiermehl	max. 30% FWL, entspr. max. 1,47 t/h	max. 50% FWL, entspr. max. 2,90 t/h
Trockenklärschlamm	max. 10% FWL, entspr. max. 0,89 t/h	max. 20% FWL, entspr. max. 1,97 t/h
Holzspäne	-	max. 20% FWL, entspr. max. 1,28 t/h
Flugasche	max. 2% FWL, entspr. max. 1,47 t/h	entfällt
Ölverunreinigte Bleicherde	max. 5,6 % FWL, entspr. max. 0,5 t/h	entfällt

Die nachfolgende Tabelle 6.2 beschreibt die Charakteristika und Massenströme der beantragten Ersatzbrennstoffe sowie die beantragten Einsatzraten. Die Abfallschlüsselnummern für die Brennstoffe Trockenklärschlamm und Tiermehl bleiben unverändert. Für Fluff wird ergänzend die Abfallschlüsselnummer 191212 sowie für Holzspäne werden zwei Abfallschlüsselnummern für unbelastete, nicht gefährliche Qualitäten beantragt.

Tabelle 6.2: Ersatzbrennstoffe

		Fluff*		Trocken-klärschlamm	Tiermehl**	Holzspäne
		mittelkalorisch	hochkalorisch			
Abfallschlüsselnummer		191208	191208	190805	020203	030105
		191210	191210			191207
		191212	191212			
Mengen	Min. t/h	0	0	0	0	0
	Max. t/h	4,06	4,92	1,97	2,90	1,28
Max. Anteil der FWL in%		60	100	20	50	20
Heizwert	Min MJ/kg	16	22	8	12	17
	Max. MJ/kg	25	35	20	24	20
	Mittelwerte MJ/kg in der Praxis			11***	18,7****	
Schadstoffgehalte Maximalwerte	PCB***** (polychlorierte Biphenyle) mg/kg					
	PCP***** (Pentachlorphenol) mg/kg					
	Chlor %M	<1	<1	<1	<1	<1
	Fluor %M	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	Schwefel %M	<2	<2	<2	<2	<2
Schwermetalle Maximalwerte In mg/kg	Hg	1,2	1,2	1,5	0,1	0,3
	Cd	9	9	4	0,5	1,6
	Tl	2	2	2	2	1
	As	13	13	13	5	3
	Co	140	140	12	3	5,2
	Ni	160	160	100	40	15,2
	Sb	200	200	100	10	4,8
	Pb	400	400	200	10	310
	Cr	250	250	100	10	51
	Cu	700	700	500	30	32
	Mn	500	500	750	45	170
	V	25	25	83	4	4,5
	Sn	70	70	500	3	4,8

*: Die aufgeführten Charakteristika sollen für alle drei Abfallschlüsselnummern gelten: 19 12 08; 19 12 10; 19 12 12. Hinsichtlich der Schadstoff- und Schwermetallgehalte wird für die neubeantragte 19 12 12 die identische bereits genehmigte Gehaltslage der Fluffe mit 19 12 08 sowie 19 12 10 beantragt.

**: Beantragte Ausdehnung des Tiermehl-Einsatzes zur Einsparung von CO_2-Emissionen bedingt die Erschließung neuer Lieferanten / Lieferquellen, wodurch eine Anpassung der Maximalwerte für die Spurenelemente Nickel auf 40 mg/kg (ursrprünglich 7 mg/kg) und Blei 10 mg/kg (ursprünglich 5 mg/kg) erforderlich wird. Alle anderen Gehalte bleiben unverändert.

***: Mittelwert aus VDZ-Analysen

****: Mittelwert aus mehrjähriger Betriebserfahrung

*****: Angaben entfallen wegen niedriger Fracht und der vollständigen Verbrennung bei hohen Temperaturen

Die beantragte Erhöhung EBS-Rate sowie die beantrage Veränderung von Brennstoffmix und -charakteristika sollen erst nach erfolgter Inbetriebnahme der HGF-SCR-Anlage und der Anlage zur Kreislaufentlastung wirksam werden, damit das bestmögliche Abgasreinigungskonzept vorher umgesetzt sowie ein stabiler und energieeffizienter Ofenbetrieb gewährleistet ist.

Lagereinrichtungen und -volumen für Brennstoffe

Alle Brennstoffe werden in geeigneten Lagereinrichtungen gelagert. Die Anforderungen des Brand- und Explosionsschutzes werden auf Grundlage von Gefährdungsbeurteilungen adressiert.

Die bestehenden Silos zur Lagerung von Kohlenstaub, PC-Staub und den Ersatzbrennstoffen bleiben unverändert.

Zusätzlich zur bestehenden Walking-Floor-Anlage mit zwei Andock-Stationen soll eine zweite Anlage mit zwei weiteren Andock-Stationen errichtet werden. Über die Andockstationen können LKW-Auflieger angeschlossen werden, aus denen die Ersatzbrennstoffe in die Dosiertechnik gefördert werden. Eine detaillierte Beschreibung findet sich in Kap. 6.3.2.3.

Die Spezifika der bisherigen sowie der geplanten Lagereinrichtungen sind in der nachstehenden Tabelle 6.5 aufgeführt.

Tabelle 6.5: Lagereinrichtungen und -volumen für Brennstoffe

Lagereinrichtung	genehmigt	geplant
Kohlenstaubsilo	360 m^3	360 m^3
PC-Staubsilo	100 m^3	100 m^3
Ersatzbrennstoffsilo (Tiermehl, Trockenklärschlamm)	200 m^3	200 m^3
Walking-Floor-Anlagen (Holzspäne, Fluff)*	2x90 m^3	4x90 m^3

*: Typische LKW-Auflieger besitzen ein Volumen von rd. 90 m^3

In der Umweltverträglichkeitsvorprüfung der VDZ Technology gGmbH (siehe Abschnitt 20.1 dieses Antrags) werden verschiedene Brennstoffszenarien detailliert betrachtet. Dabei erfolgt

- die Darstellung von möglichen Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf die Schutzgüter (Abschnitt 4 des Technischen Berichts);
- eine detaillierte Bewertung der zukünftigen Emissionssituation am Standort - (Abschnitt 5 des Technischen Berichts) sowie
- eine detaillierte Bewertung der zukünftigen Immissionssituation am Standort (Abschnitt 6 des Technischen Berichts).

6.3.2.3 Bau und Betrieb einer Walking-Floor-Anlage

Zusätzlich zu der bereits bestehenden „Walking-Floor-Anlage“ wird die Errichtung und der Betrieb einer weiteren Anlage mit 2 LKW-Andockstationen beantragt. Die Förderleistung der hier beantragten Walking-Floor-Anlage wird bis zu 5 t/h betragen.

Der Walking-Floor-Trailer dockt an die Annahmebox an. Diese ist seitlich mit elastischen Gummiabdichtungen verkleidet, wodurch der Auflieger formdicht abgeschlossen wird. Durch eine Einfahrbreite von 2,5 m dichtet die elastische Gummiabdichtung ab und verhindert somit Staubaustritt.

Durch den Trogkettenförderer wird das in die Annahmebox geschobene Material in das Rohrwagensystem gebracht. Dieses ist mit dem Prozessleitsystem des Drehofens verbunden, somit kann die benötigte Menge an Ersatzbrennstoff durch die Injektorzellenradschleuse in den Hauptbrenner des Drehofens gelangen.

Die Anlage wird von drei Seiten eingehaust. Durch das dichte Anliegen des Aufliegers tritt während ordnungsgemäßen Gebrauchs kein Ersatzbrennstoff aus.

Die Anlage besteht aus

1. LKW Walking-Floor Andockstation für zwei Sattelauflieger
2. Doppeltes Hydraulikaggregat für den Antrieb der Walking-Floor-Anlage
3. Trogkettenförderer zur Übergabe
4. Dosierbandwaage
5. Injektorzellenradschleuse
6. Hochleistungsgebläse?
7. Systemsteuerung

Abbildung 6.11 zeigt beispielhaft eine Walking-Floor-Anlage.



Abbildung 6.11: Beispiel einer Walking-Floor-Andockstation

6.3.3 Ressourcenschonung

6.3.3.1 Erhöhung des Einsatzes von Hüttensand und Hüttensandmehl aus externer Lieferung einschließlich der Lagerung in Summe auf bis zu 25.000 t/a.

Die Herstellung von klinkereffizienten Zementen ist ein wichtiger Hebel zur CO_2-Minderung in der Zementindustrie. Hierbei werden durch die Verwendung weiterer Einsatzstoffe bei der Zementmahlung nicht nur natürliche Rohstoffe geschont, sondern vor allem der Klinkergehalt im Zement reduziert, wodurch sowohl der Brennstoffverbrauch als auch prozessbedingte CO_2-Emissionen verringert werden.

Eine wichtige Bedeutung nimmt seit vielen Jahren Hüttensand bei der Verringerung des Klinkergehalts im Zement ein. Im Sinne des Klimaschutzes und der Ressourcenschonung wird es auch in Zukunft darauf ankommen, diese Potenziale weitergehend zu nutzen.

Mit Bescheid vom 29.05.2013, Aktenzeichen 33 53e621 -4.13 Otterbein/Bai, wurde der Einsatz von 10.000 t/a Hüttensandmehl sowie 5.000 t/a Hüttensand genehmigt.

Um der zunehmenden Fokussierung der Betonindustrie hin zu leistungsstarken Zementen mit reduzierter CO_2-Last nachkommen zu können, nimmt die Bedeutung hüttensandhaltiger Zemente zu. Daher wird beantragt, zukünftig bis zu 25.000 t/a Hüttensand und Hüttensandmehl einzusetzen.

6.3.3.2 Trocknung und Vermahlung von Hüttensand zu Hüttensandmehl

Es wird beantragt, auf der bestehenden Trockentrommel im thermischen Verbund mit der Drehofenanlage Hüttensand in einer Menge bis zu 10.000 t/a mit der verfügbaren Abwärme zu trocknen. Anschließend soll der getrocknete Hüttensand über geeignete Förder- und Dosiertechnik auf die Zementmühle aufgegeben werden und wahlweise alleinig zu Hüttensandmehl oder gemeinsam mit weiteren Materialien zu hüttensandhaltigen Zementen vermahlen werden.

Die Verfahrensweise wird wie folgt umgesetzt:

- Lagerung des angelieferten Hüttensands in überdachten Boxen gemäß Bescheid mit dem Aktenzeichen 33 53e621 -4.13 Otterbein/Bai.
- Umschlag mit Radlader und Aufgabe auf vorhandenen Trichter

- Förderung vom Trichter zur Trockentrommel auf Förderbändern. Die Übergaben sind eingehaust und werden mittels Staubfilter entstaubt.
- Trocknung in Trockentrommel während des Verbundbetriebs mit Ofenabgasen
- Modifikation von Förderwegen an der Trockentrommel
- Zwischenlagerung wahlweise in den TrTr Silos 1, 2 oder 3.
- Förderung von den TrTr-Silos über die bestehenden Band-Förderanlagen zum Vorratssilo an der Zementmühle.
- Lagerung des Mahlguts in den vorhandenen betrieblichen Silos.

Gemäß den bestehenden Genehmigungen wird bereits heute Hüttensand (feucht) und Hüttensandmehl an der Zementmühle eingesetzt. Die Erfahrungen zur Qualitätssicherung und dem Materialumschlag liegen im Betrieb vor.

6.3.4 Sonstiges

6.3.4.1 Lagerungs- und Förderungskonzept für betriebliche Materialien

Nach erfolgter Inbetriebnahme der vorgenannt beantragten Anlagen *HGF-SCR* und *Kreislaufentlastung* werden zwei Materialströme gewonnen, welche vollständig im Rahmen der Produktion eingesetzt werden:

- Heißgasfilterstaub aus der HGF-SCR-Anlage
- Vorwärmerkalk aus der Anlage zur Kreislaufentlastung

Das abgefilterte Material der Heißgasfiltratration kann zum einen über eine pneumatische Förderleitung in den Wärmetauscher und zum anderen in das „TrTr Silo 4“ geleitet werden. Die beiden Förderwege sollen je nach Bedarf mit 0 bis 100 % Filterstaub beaufschlagt werden.

Der Vorwärmerkalk wird über über Schnecken in die bestehende Aufgabeschurre zum bestehenden Becherwerk ins „TrTr-Silo 4“ transportiert.

Die Mengen beider Stoffströme werden sortenrein über geeignete Messeinrichtungen quantifiziert.

Im TrTr Silo 4 werden neben dem „Gewebefilterstaub TrTr“ (Bestand) zukünftig auch der „HGF-Staub“ sowie der „Vorwärmerkalk“ zwischengelagert. Über eine bereits bestehende pneumatische Fördereinrichtung können die Materialien in vorhandene Silos in der Produktion geleitet werden.

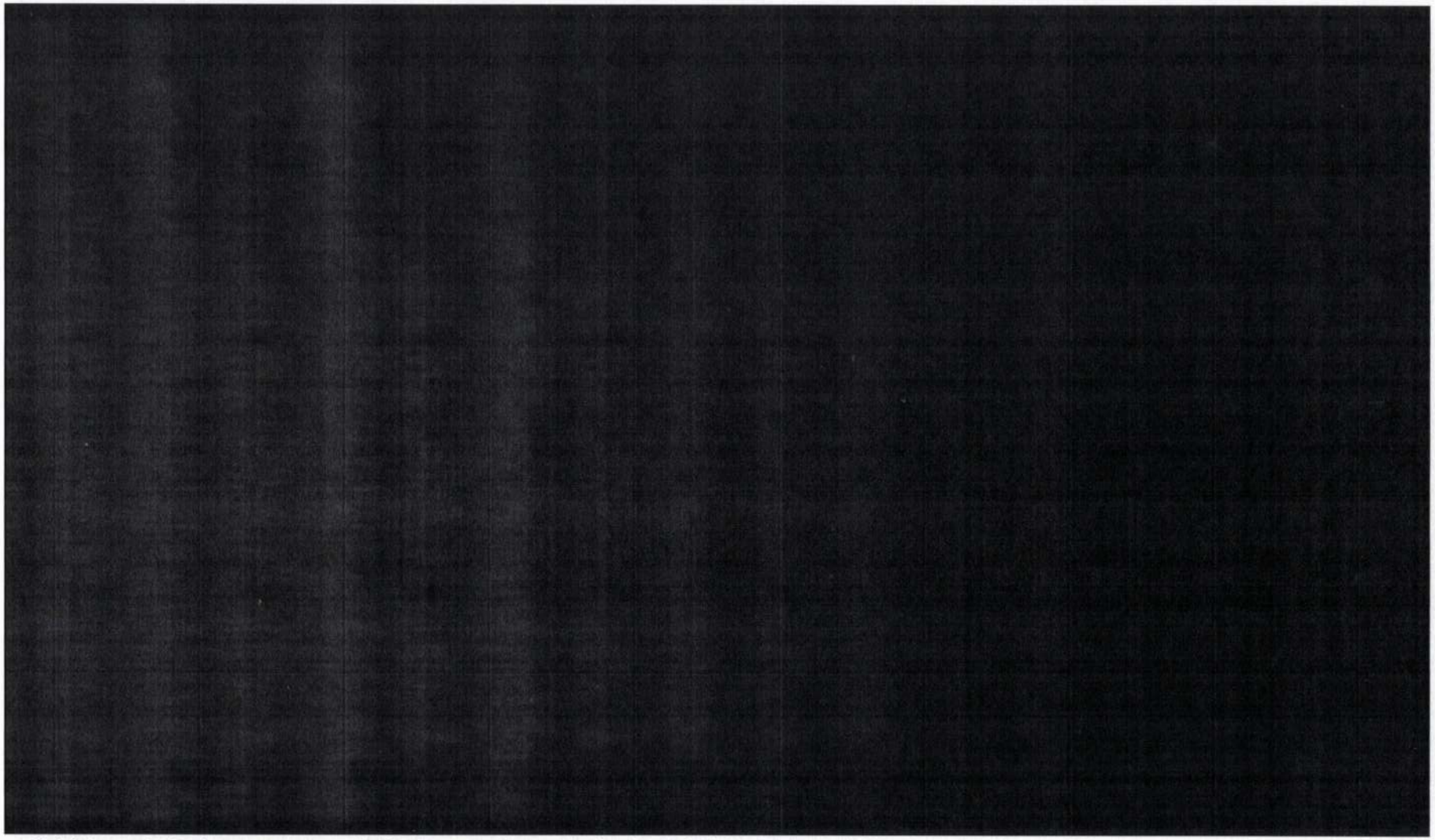


Abbildung 6.12: Lagerungs- und Förderungskonzept für betriebliche Materialien

In Abbildung 6.12 sind die bestehenden (graue Markierung) sowie geplanten (rote Markierung) Förderwege sowie bestehende (grau) und geplante (rot) Produktions- und Lagereinrichtungen dargestellt.

HGF-Staub

Im Heißgasfilter wird das noch heiße Abgas (Temperatur ~350-400 °C) des Wärmetauschers mit Hilfe temperaturbeständiger, keramischer Filterelemente entstaubt. Bei diesem Prozessschritt fällt ein Staub an („Heißgasfilter-Staub“ / „HGF-Staub“). Der abgeschiedene Staub wird zum einen zurück zum Wärmetauscher geleitet und dort dem Ofenmehl zugeführt werden. Wahlweise wird der Staub auch anteilig oder vollständig in bestehende betriebliche Siloanlagen geleitet werden. Von diesen Silos aus erfolgt die Dosierung auf die Produktionsanlagen.

Beantragt wird die Förderung mit Hilfe von sog. „Schneckenpumpen“, welche eine energieeffiziente Förderung erlauben sowie der vorstehend beschriebene Einsatz an Wärmetauscher und Zementmühle.

Vorwärmerkalk

In dem hochwirksamen Gewebefilter der Anlage zur Kreislaufentlastung wird das abgeschiedene und teilentsäuerte Vorwärmermehl gewonnen (sog. Vorwärmerkalk). Dieser wird zur Zwischenlagerung in ein bestehendes Silo (TrTr Silo 4) gefördert und dort gemeinsam mit anderen betrieblichen Materialströmen gelagert. Im Anschluss erfolgt die Förderung mittels bestehenden Förderanlagen zur Produktion. Es ist die vollständige Nutzung des Vorwärmerkalks im Rahmen der Produktion vorgesehen.

6.3.4.2 Eisenoxid-Träger

Gemäß Bescheid vom 29.07.2009, Aktenzeichen 33/53e 621 4.12.2 Otterbein/schm, ist der Einsatz von Eisenoxid-Träger an der Rohmühle in der Größenordnung von max. 2,5 Masse-% der Rohmehlmenge, bzw. max. 3.500 t/a genehmigt.

Aus Qualitätsgründen wird beantragt, die maximal zulässige Jahresmenge an Eisenoxid-Träger auf 6.000 t/a zu erhöhen. Die maximale Konzentration von 2,5 Masse-% der Rohmehlmenge bleibt hierbei unverändert.

Durch den Einsatz von Eisenoxid-Trägern im Rohmehl wird positiver Einfluss auf die Brennbarkeit des Klinkers im Drehrohr genommen. Die Viskosität der Klinkerschmelze wird vermindert, wodurch eine gleichmäßigere Sinterung erzielt werden kann. Dies hat zur Folge, dass Schwankungen entgegengewirkt wird, wodurch die Energieeffizienz gesteigert werden kann. Der thermische Energieeinsatz und somit die brennstoffbezogenen CO_2-Emissionen können somit vermindert werden.

6.3.4.3 Tägliche Annahmemenge von Klinker und Zement im Falle von Betriebsstörungen

Aus Gründen der Betriebssicherheit und mit dem Ziel der Sicherstellung der Lieferfähigkeit im Falle von Anlagenausfällen wurde im Bescheid vom 29.05.2013, Aktenzeichen 33 53e621 -4.13 Otterbein/Bai, die externe Anlieferung und Lagerung von Klinker und Zement von jeweils maximal 300 t/d sowie 21.600 t/a genehmigt. Der genehmigte Zeitraum ist auf maximal drei Monate pro Jahr, entsprechend 72 Tagen, fixiert.

In Anlehnung an die genehmigte Ofenleistung (650 t/d Klinkerproduktion) wird zur verbesserten Sicherstellung der Liefersicherheit im Falle von Anlagenausfällen beantragt, die Maximalmengen der täglichen externen Anlieferung im Falle einer Betriebsstörung auf jeweils bis zu 600 t/d Klinker bzw. Zement zu erhöhen. Der Zeitraum soll unverändert auf maximal 3 Monate pro Jahr, entsprechend 72 Tagen fixiert werden. Die maximale Jahresmenge soll unverändert jeweils 21.600 t/a Klinker bzw. Zement betragen.

6.3.4.4 Neuregelung des genehmigten anlagenbezogenen LKW-Verkehrs

Entsprechend dem Genehmigungsbescheid für die Anlage zur Herstellung von Zementklinker und Zement (Aktenzeichen 33 53e 621-4.13 Otterbein) vom 29.5.2013 des Regierungspräsidiums Kassel sind alle Anlagen laut Nebenbestimmung 3.2.1, 3.2.2 und 3.2.3 so zu betreiben, dass tagsüber (6-22 Uhr) die maximale Anzahl von LKW mit 81 LKW (162 Bewegungen) und nachts (22 bis 6 Uhr) mit 10 LKW (20 Bewegungen) nicht überschritten wird. Die ursprünglichen Berechnungen basieren auf der theoretischen Annahme einer durchschnittlichen Auslastung des Gesamtwerks und einer Arbeitswoche von sechs Tagen.

Im Rahmen des vorliegenden Antrags erfolgt eine gutachterliche Erfassung und Prognose der Lärmimmissionen für den Antragsgegenstand. Diese gutachterliche Stellungnahme bildet die lärmbezogenen Auswirkungen des Antragsgegenstandes ab. Weiterhin ist eine ganzheitliche, anlagenübergreifende Betrachtung im Rahmen eines neu anzufertigenden Lärmkatasters für den gesamten Standort vorgesehen. Es wird deshalb eine Neufassung der lärmbezogenen Regelungen für die Anlage zur Herstellung von Zementklinker und Zement an der Stelle der bisherigen Nebenbestimmungen 3.2.1, 3.2.2 und 3.2.3 des Genehmigungsbescheids vom 29.5.2013 beantragt (Aktenzeichen 33 53e 621-4.13 Otterbein).

6.3.4.5 Streichung der Nebenbestimmung „Radionuklide“

Es wird beantragt die Nebenbestimmung 3.1.3 aus dem Genehmigungsbescheid vom 29.05.2013, Aktenzeichen 33 53e621 -4.13 Otterbein/Bai, welche die Untersuchung von Hüttensand und Hüttensandmehl auf Radionuklide beschreibt, ersatzlos zu streichen.

In Anhang 6.3.5.4 ist ein Fachbeitrag des Forschungsinstituts für Eisenhüttenschlacken, FEhS, aus Duisburg-Rheinhausen aufgeführt, welche zum Ergebnis kommt, dass Hüttensand keine relevante Radioaktivität aufweist:

Die gemessene Radionuklid-Konzentration in Hüttensanden war weitaus geringer als in natürlichen Rohstoffen, wie bspw. Sand und Natursteinen vulkanischen Ursprungs. Diese weisen mehrheitlich deutlich höhere Konzentrationen der drei Radionuklide (Kalium-40, Radium-226 sowie Thorium-232) auf. Eine kontinuierliche Beprobung und

Untersuchung des Hüttensandes und Hüttensandmehls im Hinblick auf Radionuklide bringt daher keine neuen Erkenntnisse.

6.3.4.6 Streichung der Nebenbestimmung „Niederschlagswasser“

Es wird beantragt, die im Bescheid vom 07.06.1982, Aktenzeichen III/2 - 53e 621 (675), beschriebene Nebenbestimmung Nr. 10 (Einleitung von Niederschlagswasser der betrieblichen Flächen und Dachflächen in die örtliche Kanalisation), zu streichen.

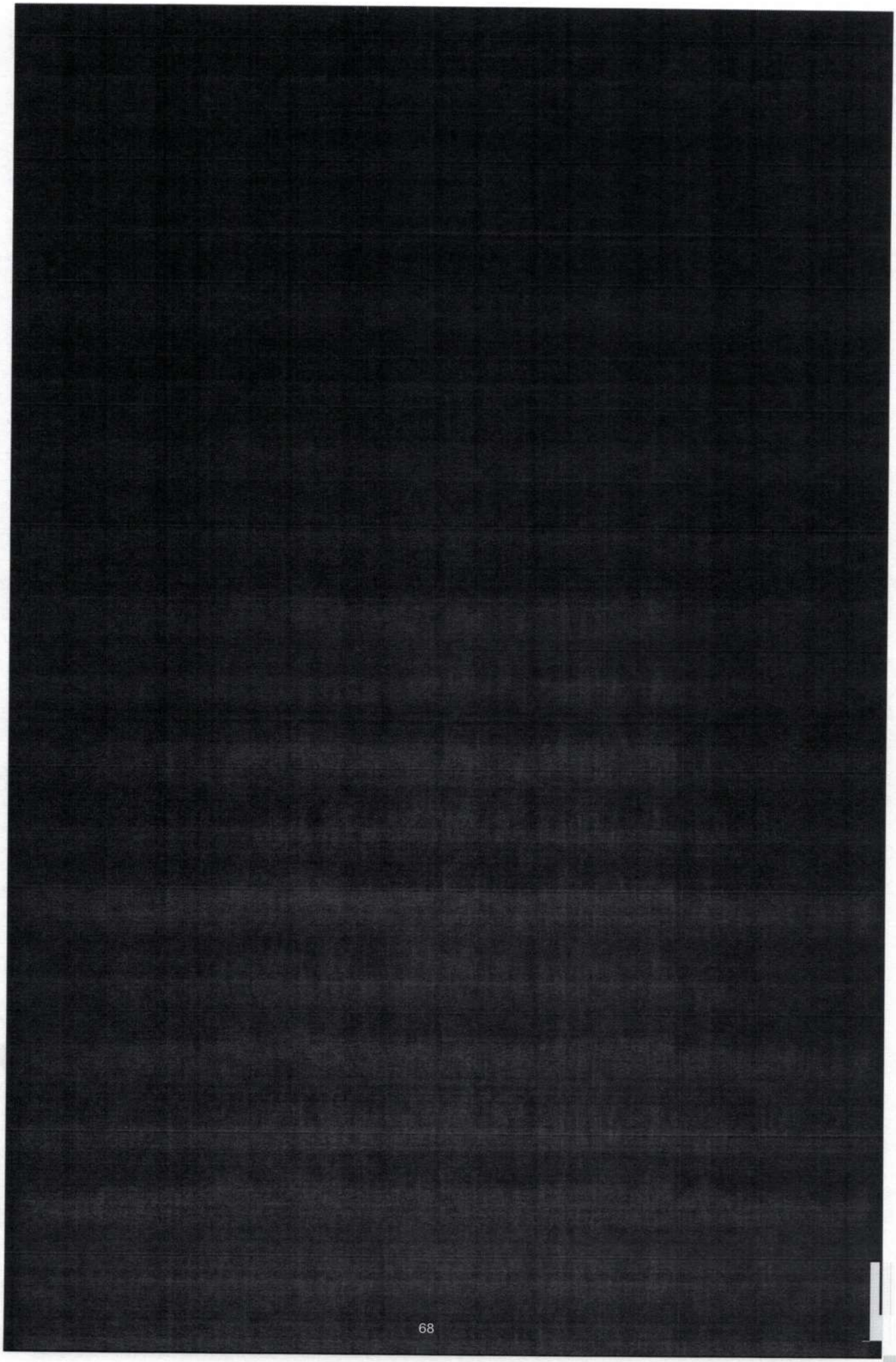
Der Umgang mit Niederschlagswasser wurde zuletzt mit der bestehenden wasserrechtlichen Erlaubnis vom 22.07.2016, Aktenzeichen 31.6-79 f 12-11.5-E 2016 (D-Nw)-Otterbein, nach aktueller Gesetzeslage übergeordnet neu geregelt.

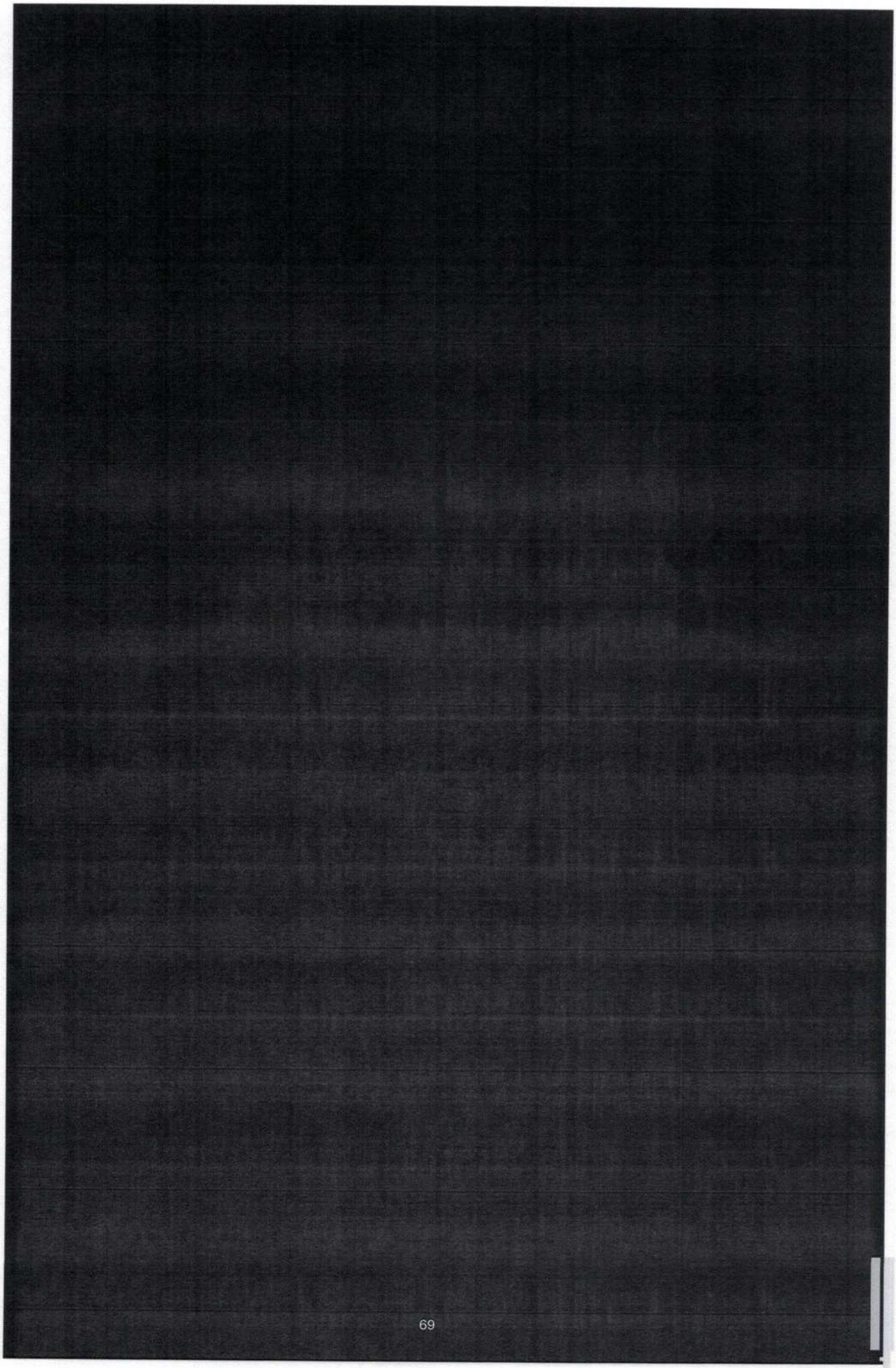
6.3.5 Anhänge

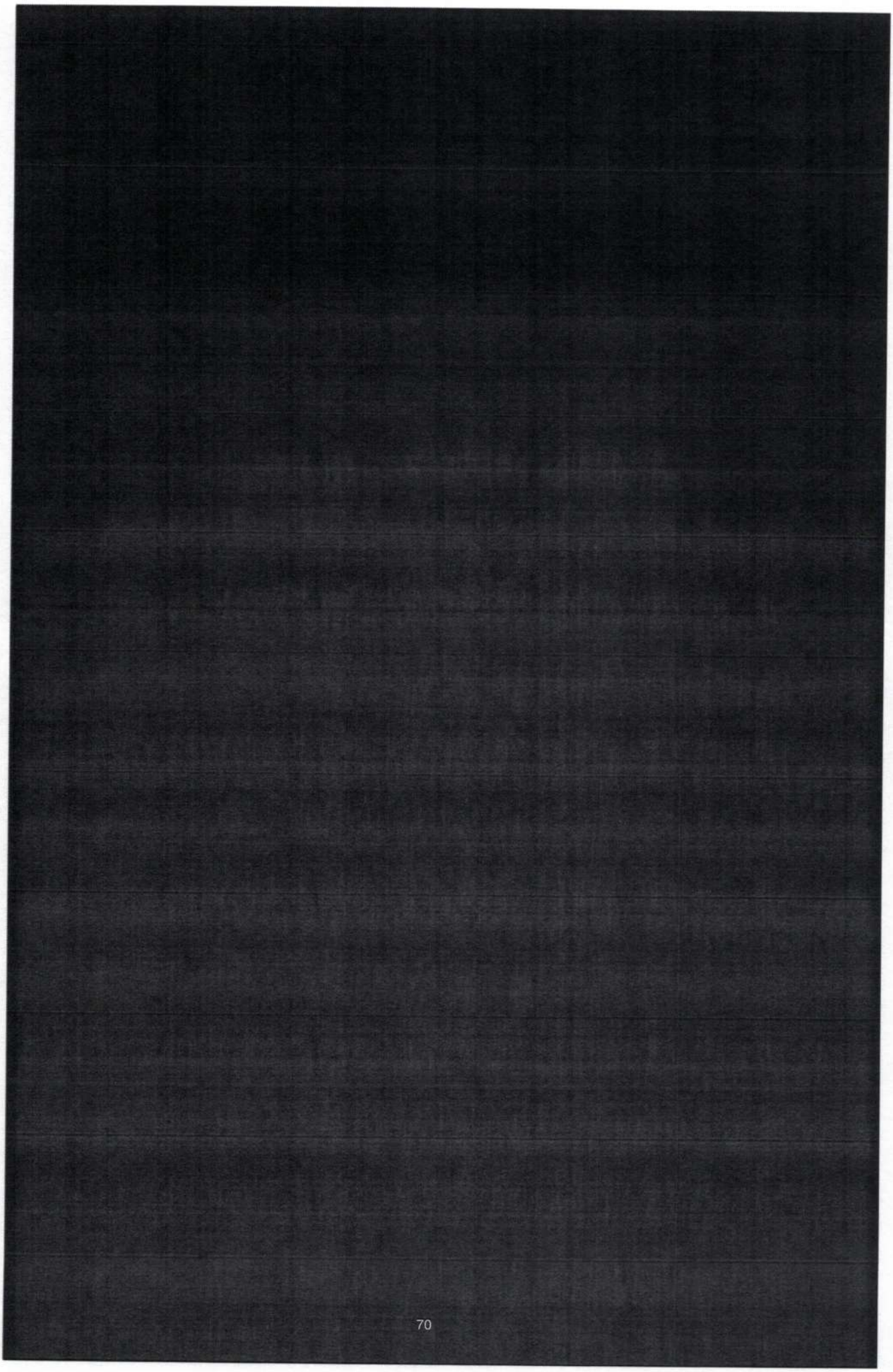
In den nachfolgenden Kapiteln werden die technischen Daten und Beschreibungen der Lieferanten der geplanten Anlagen HGF-SCR (Kap. 6.3.5.1.), Kreislaufentlastung (Kap. 6.3.5.2.) sowie Walking-Floor-Anlage (Kap. 6.3.5.3.) dargestellt. In Kapitel 6.3.5.4 ist ein Fachbeitrag des Forschungsinstituts für Eisenhüttenschlacken, FEhS, zu Untersuchungen von Hüttensand aufgeführt.

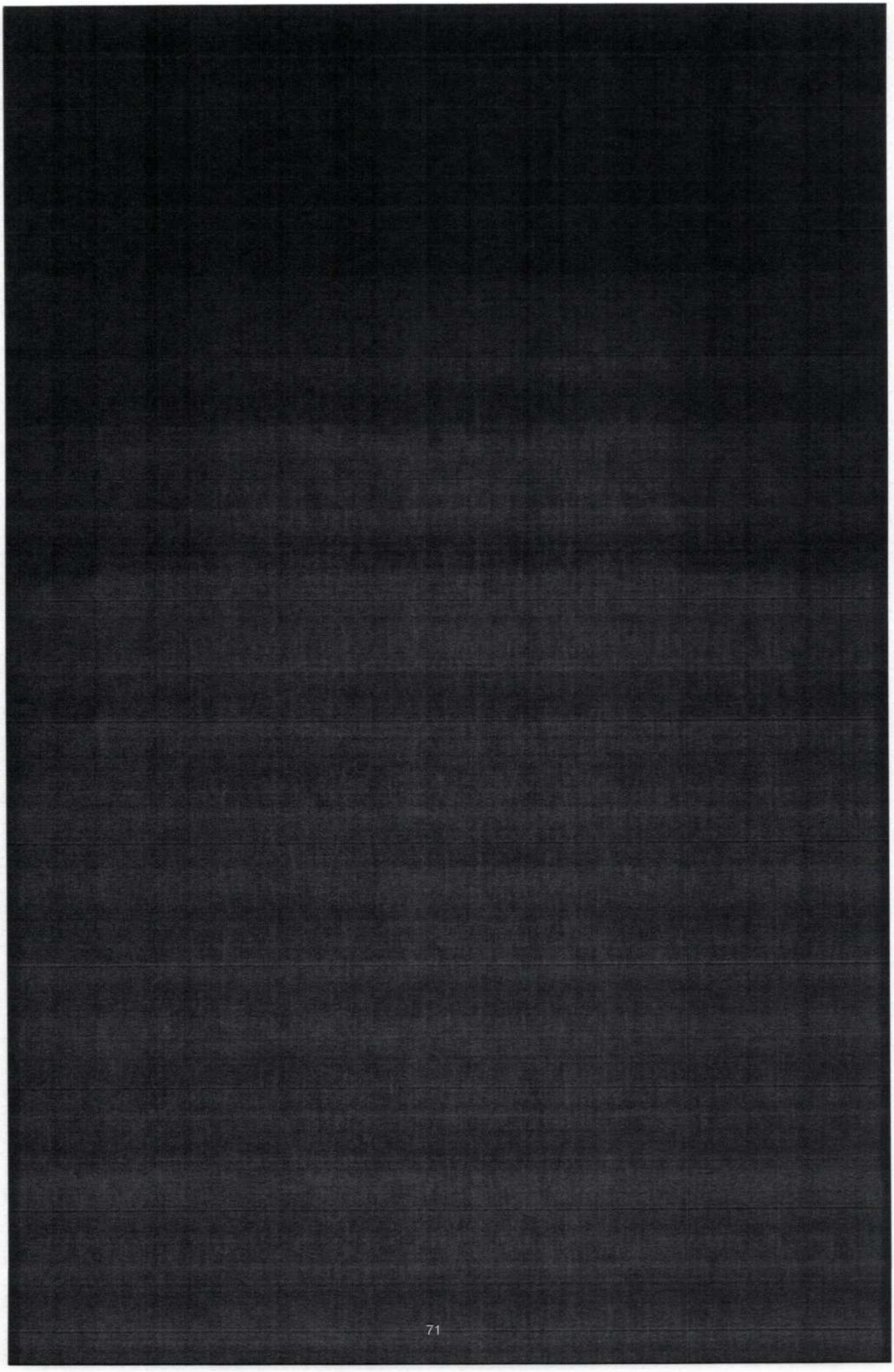
Bei den technischen Beschreibungen handelt es sich um BETRIEBS- und GESCHÄFTSGEHEIMNISSE.

6.3.5.1 Anhang zum Kapitel 6.3.1.2: HGF-SCR

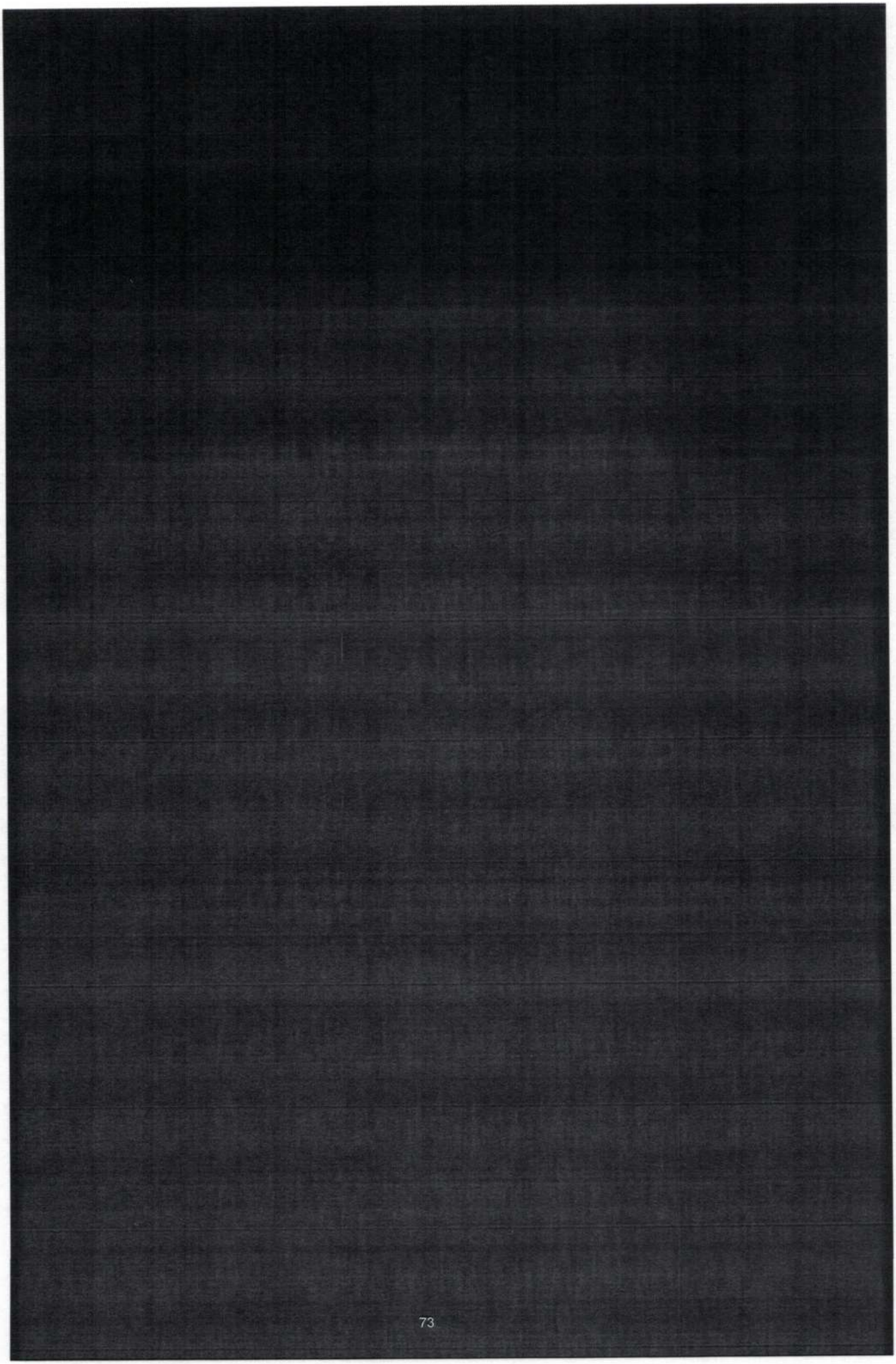


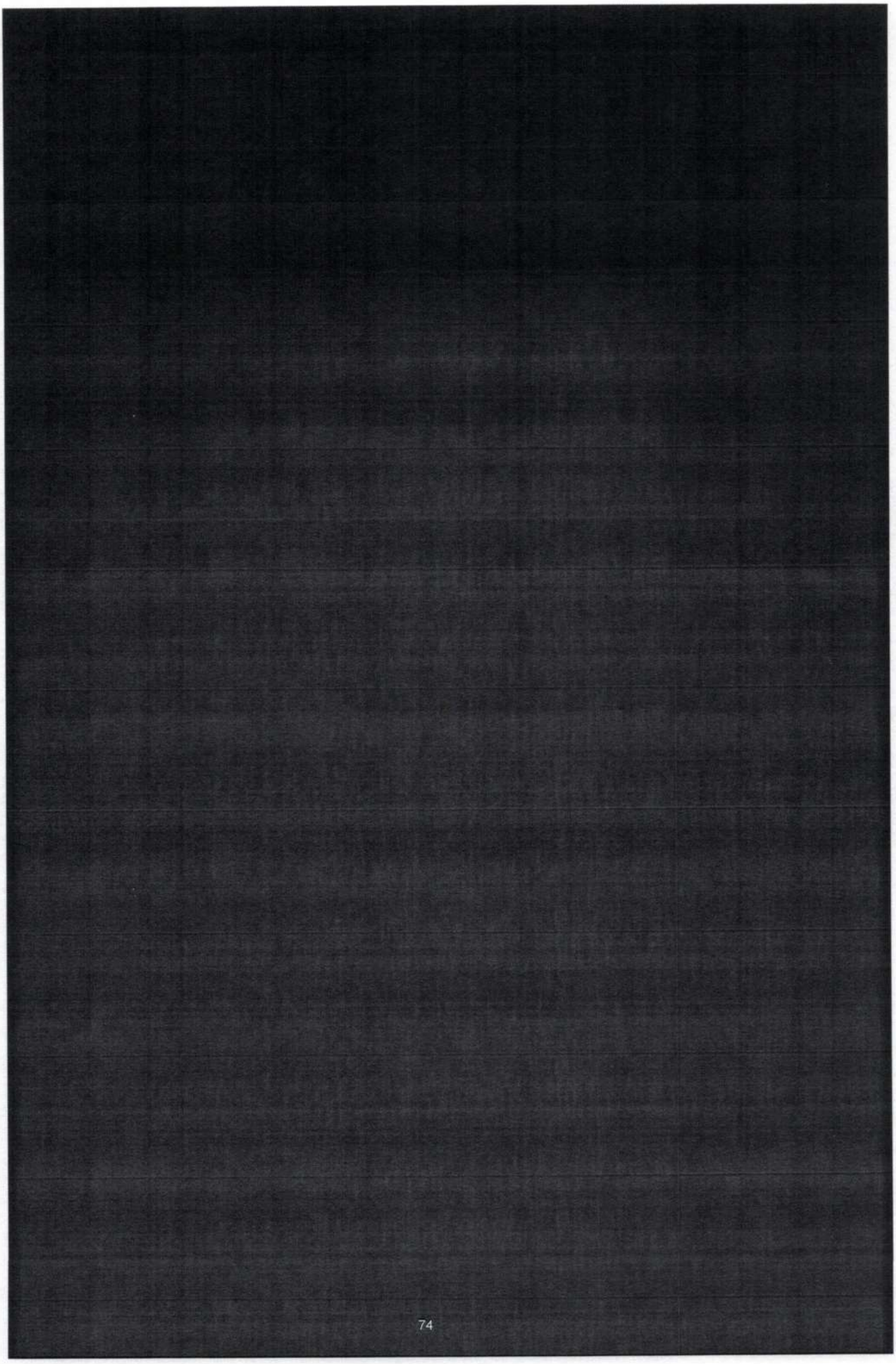


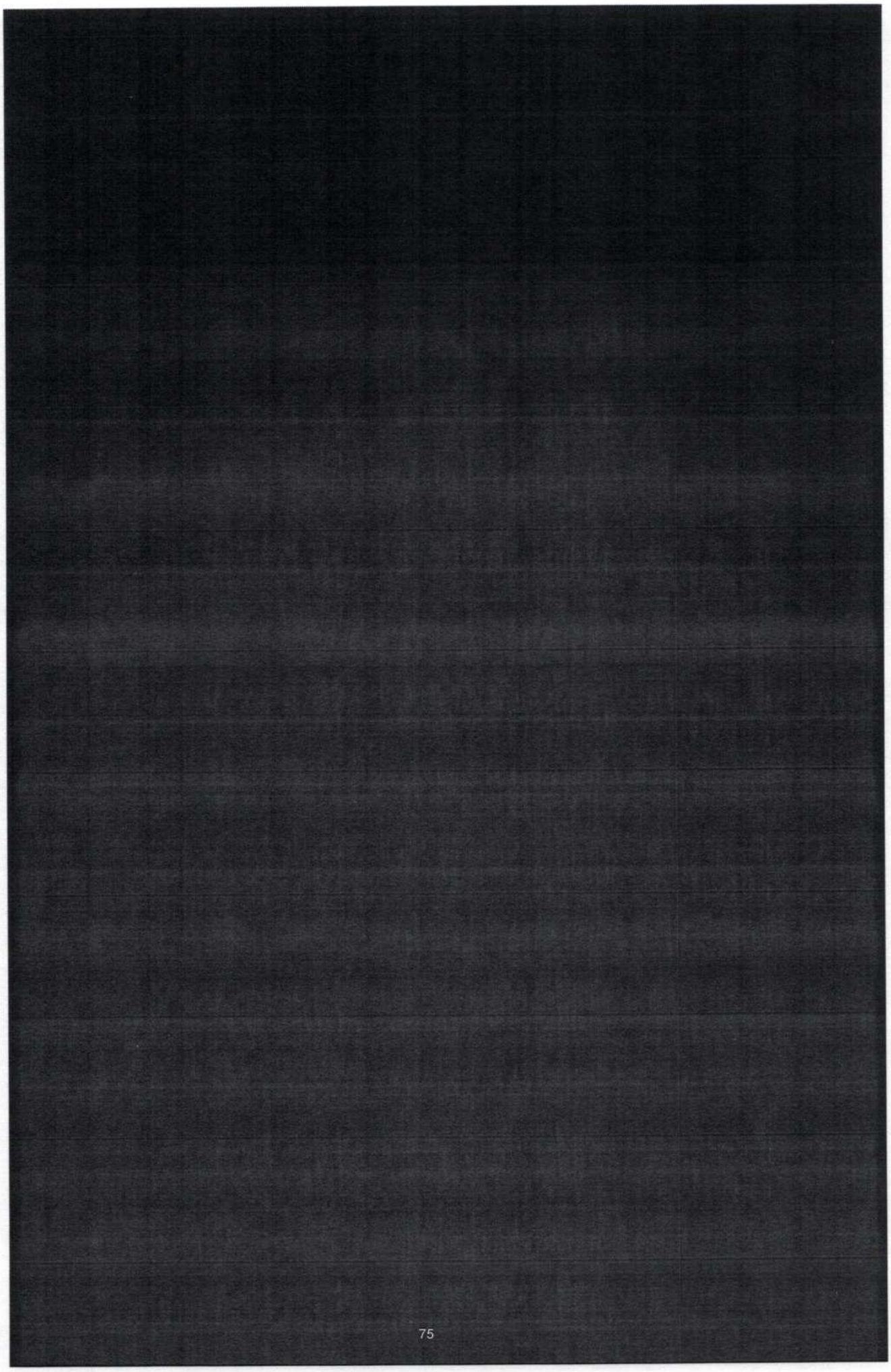


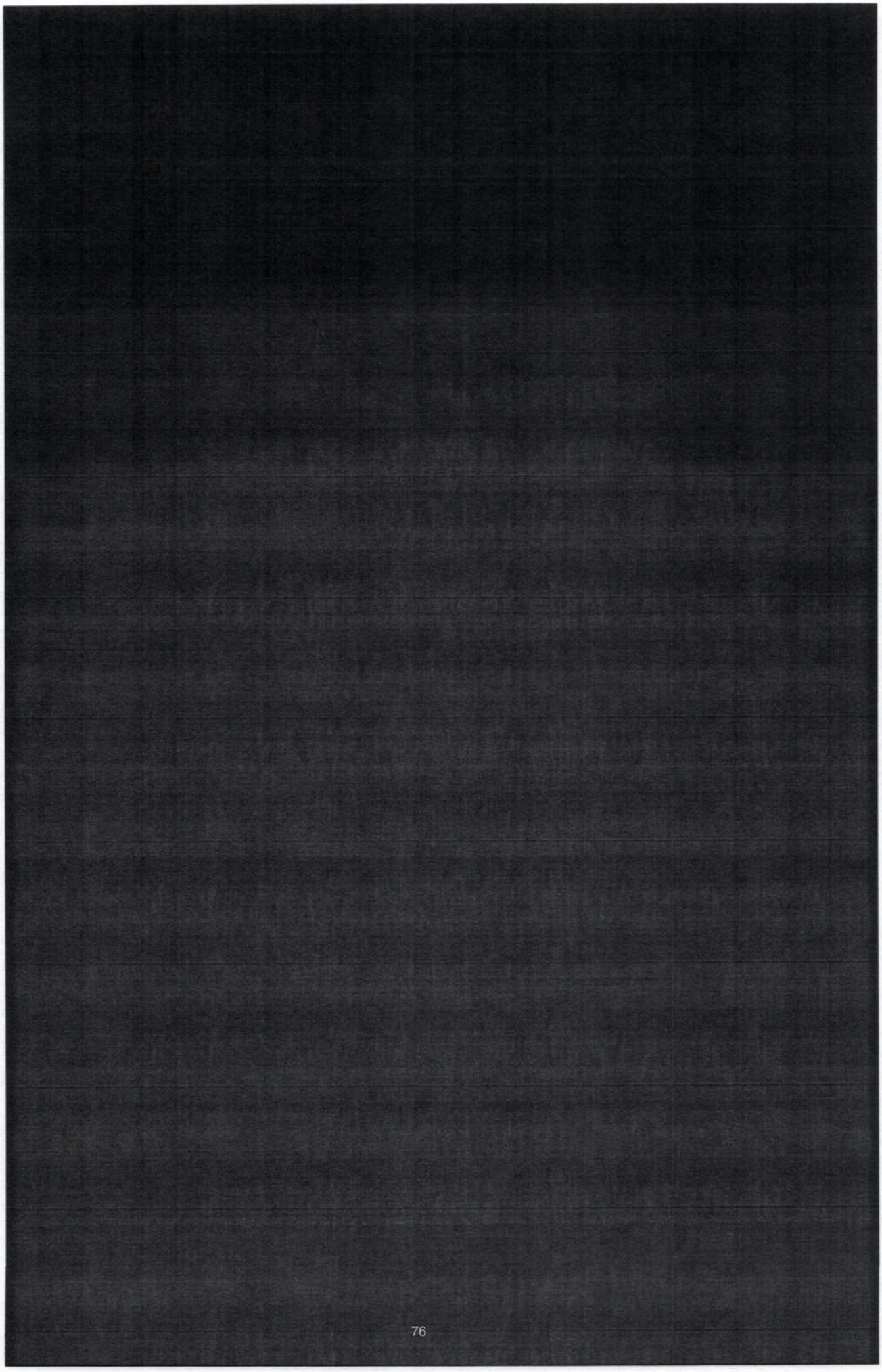




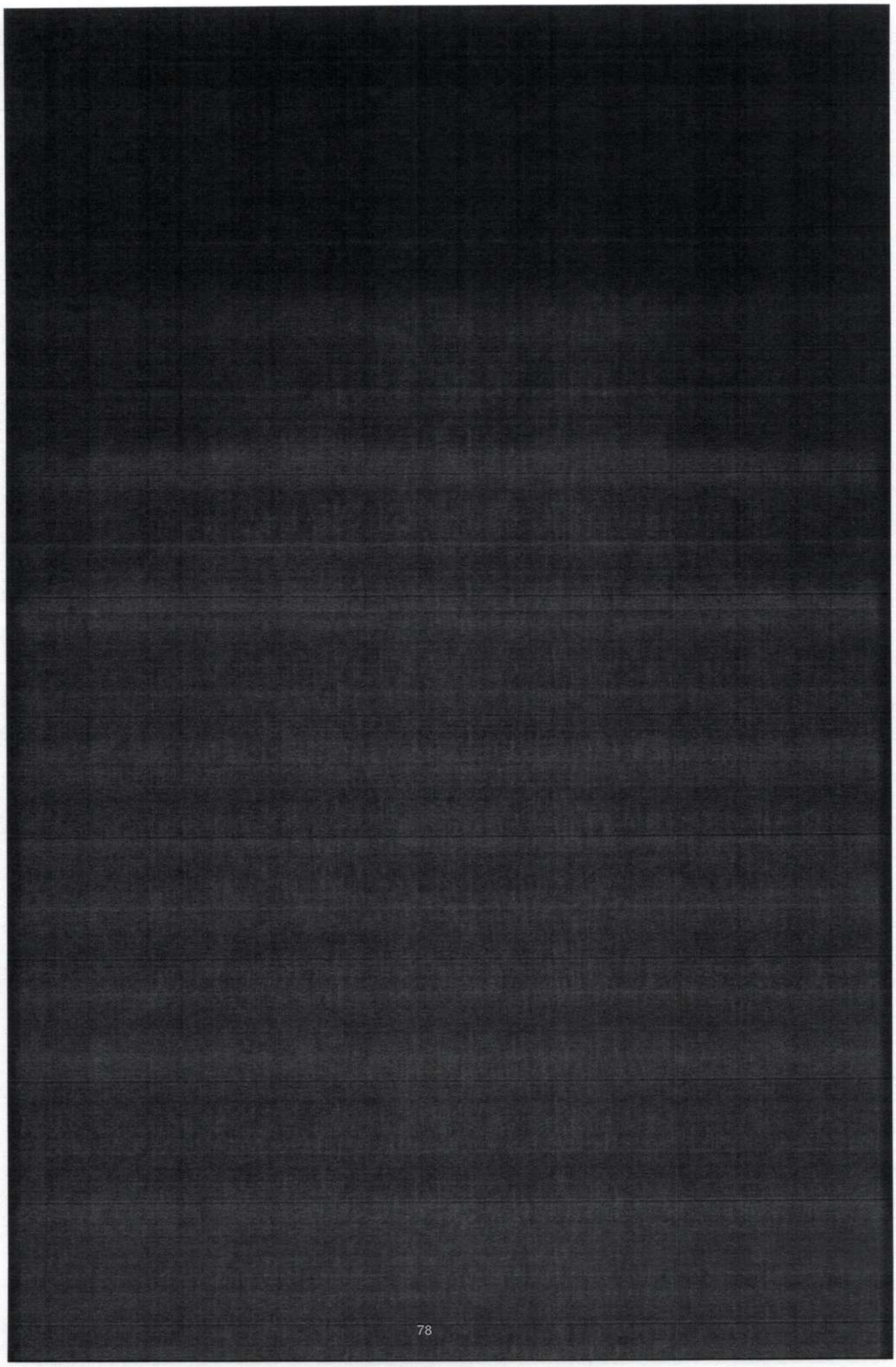


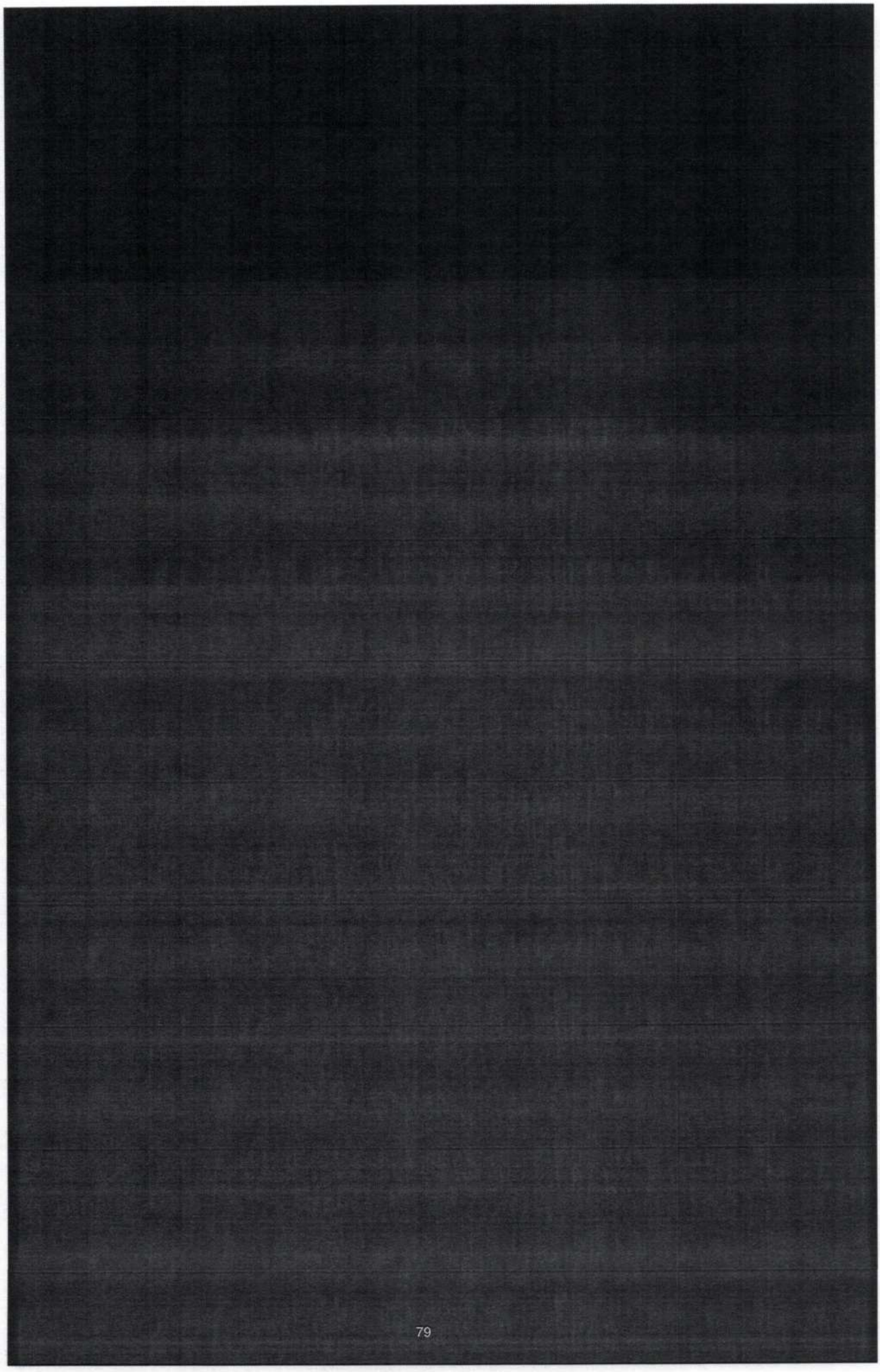




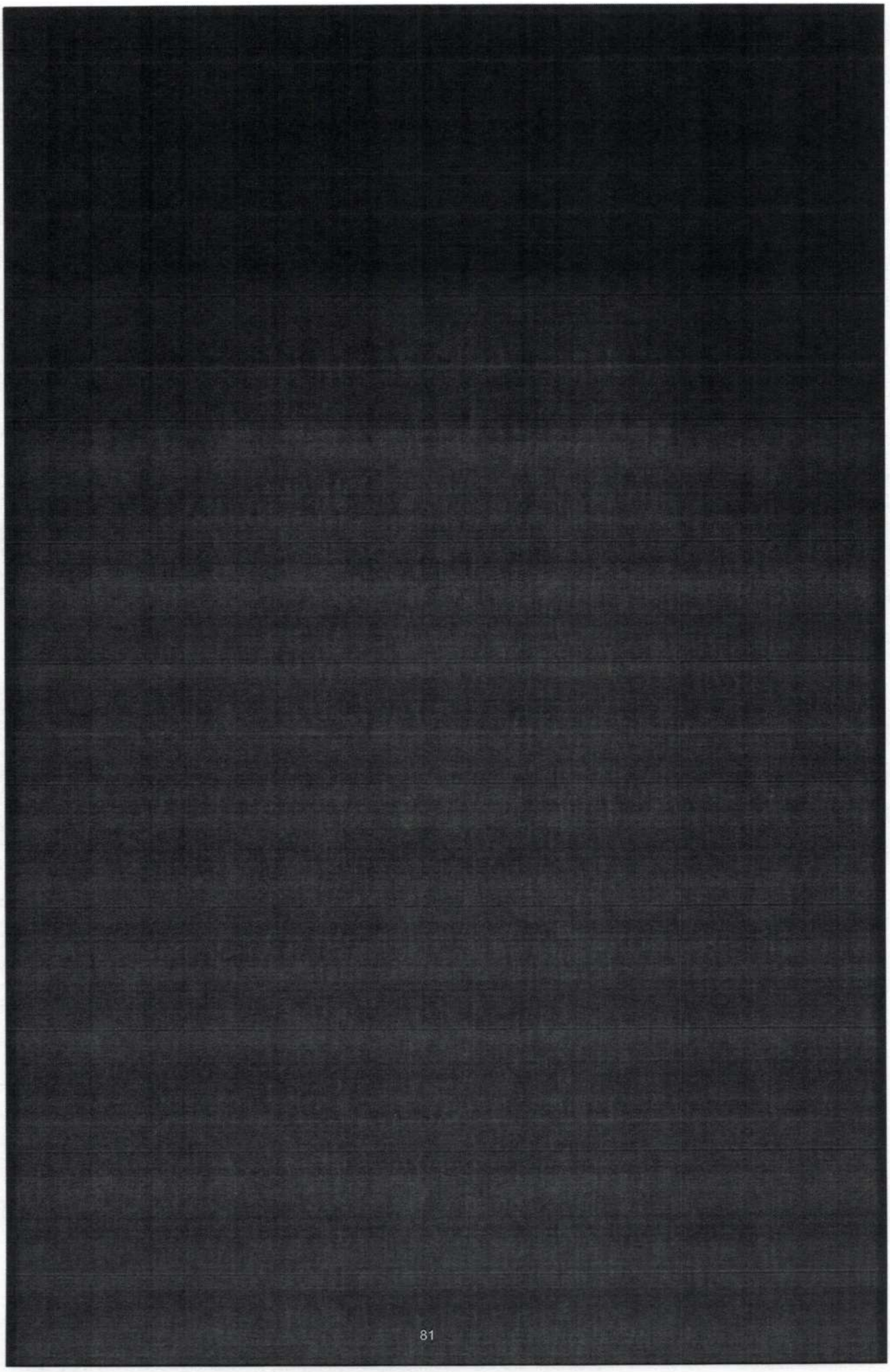


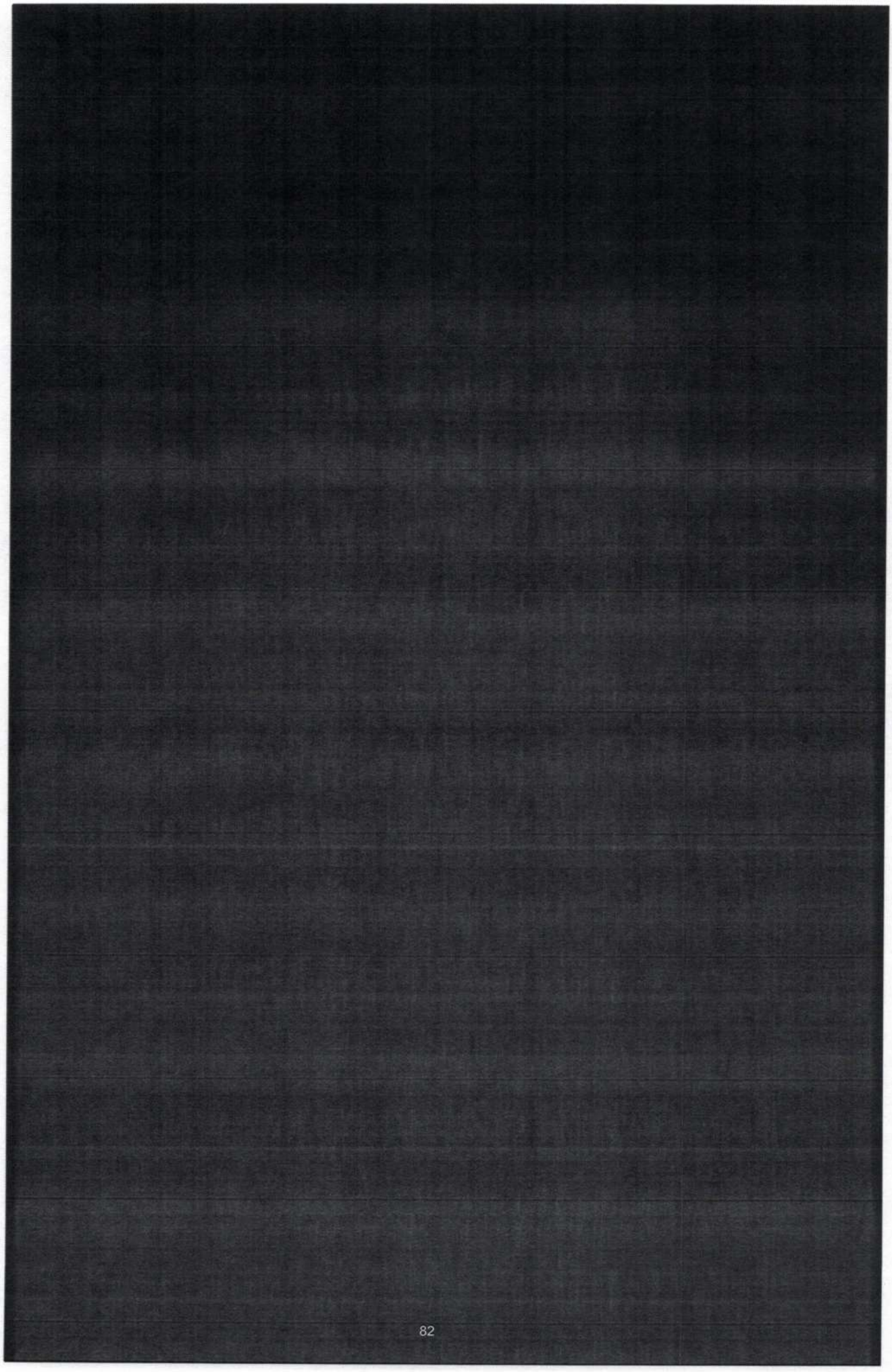




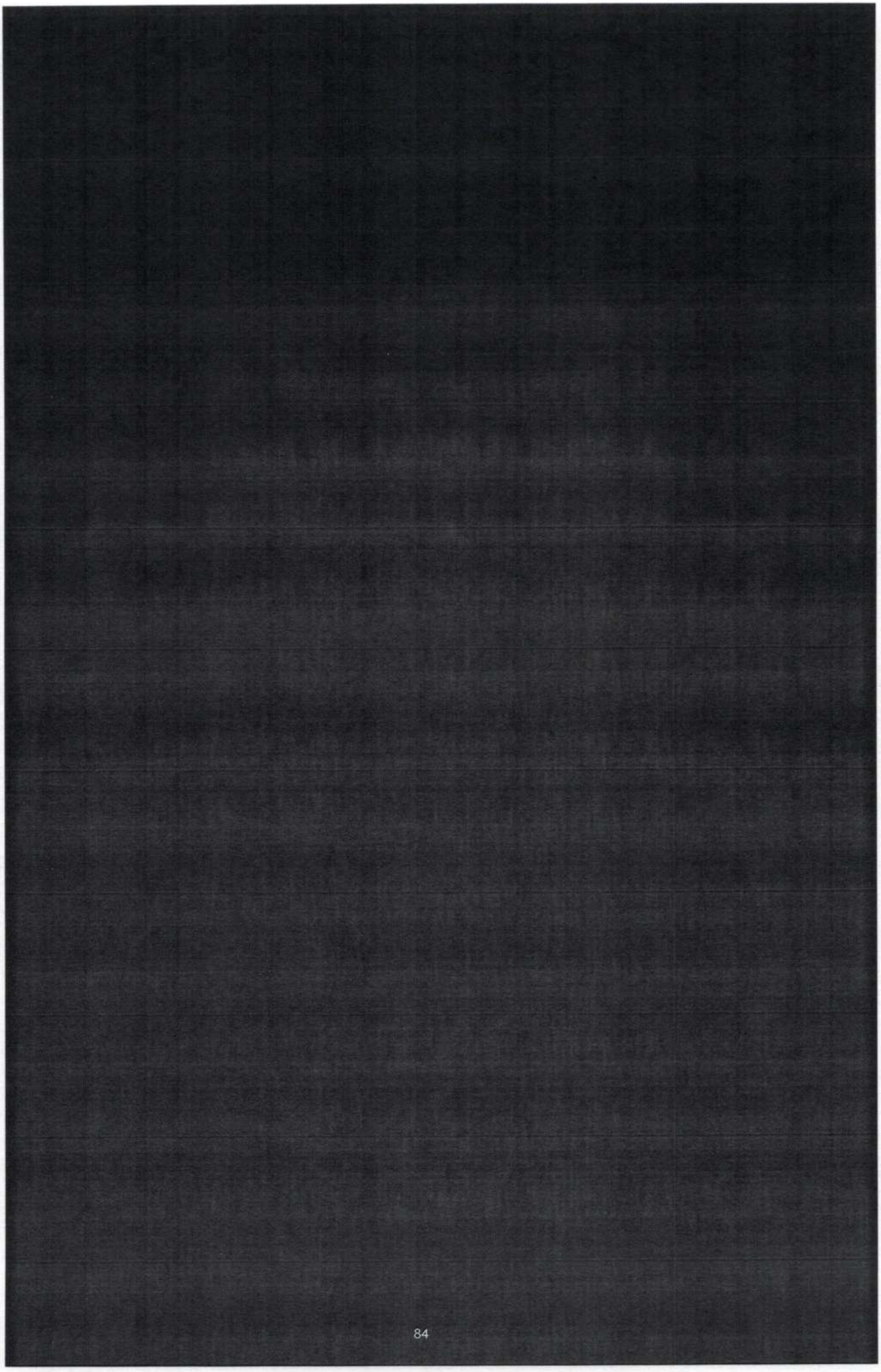


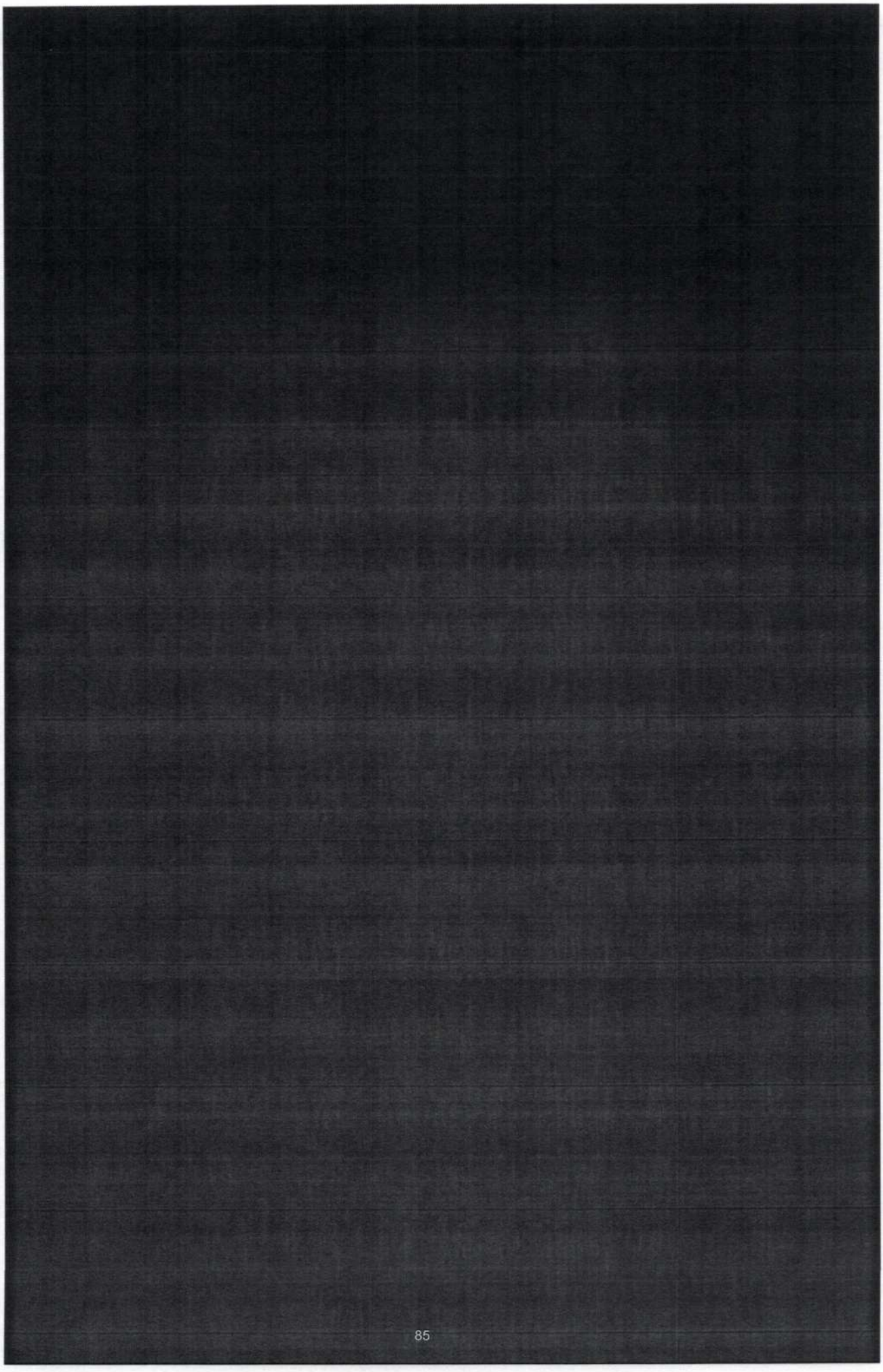


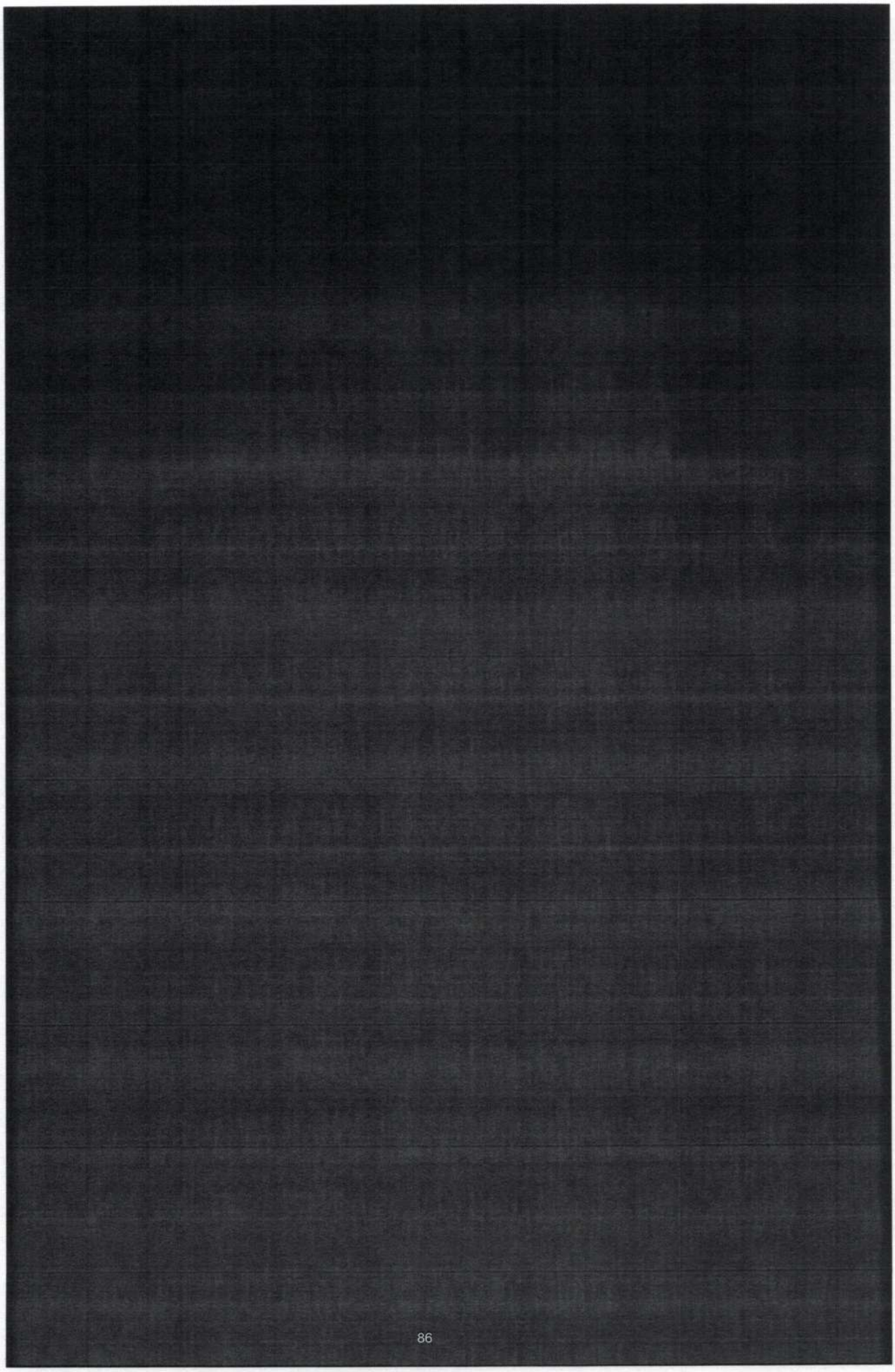


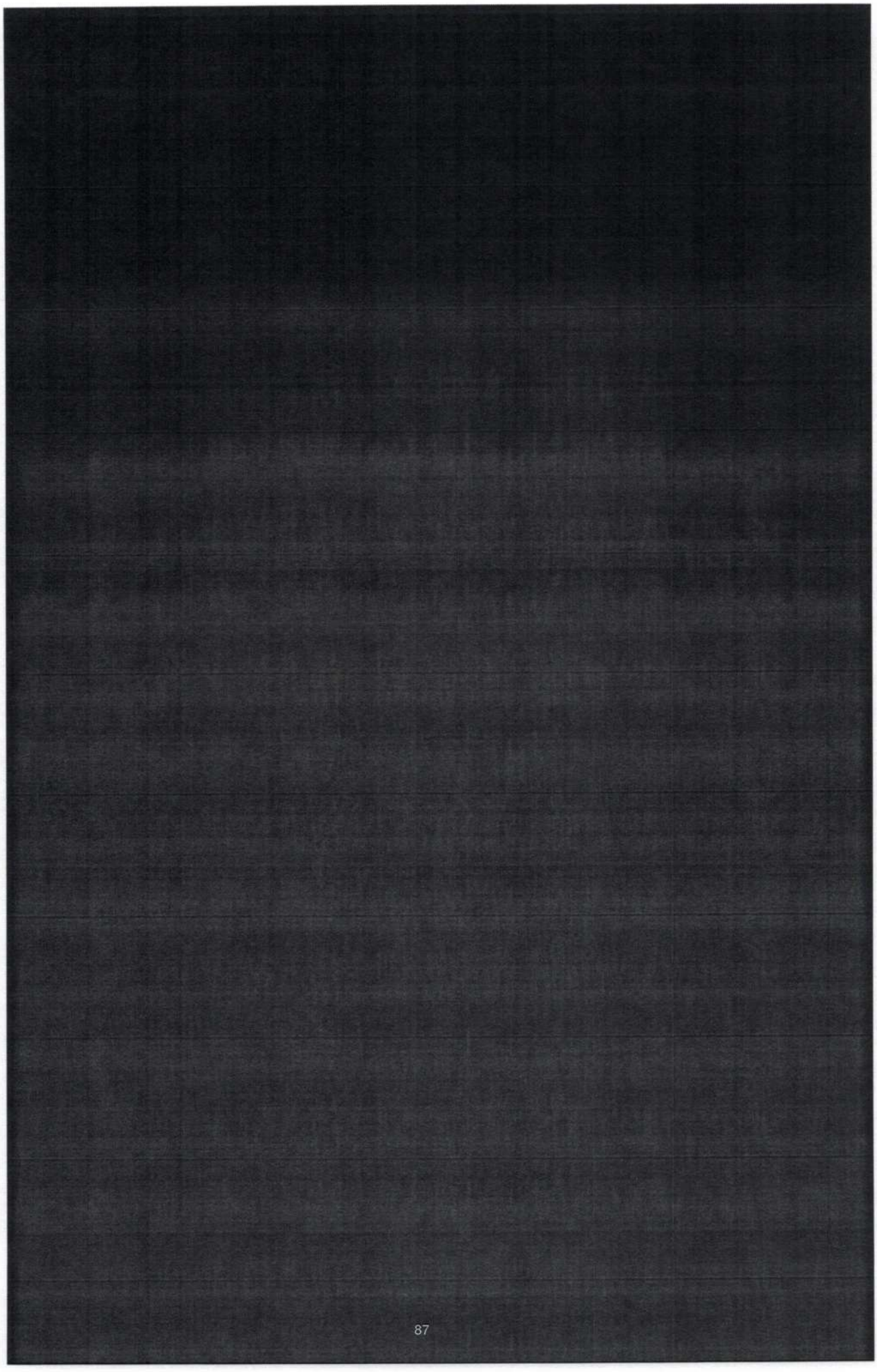


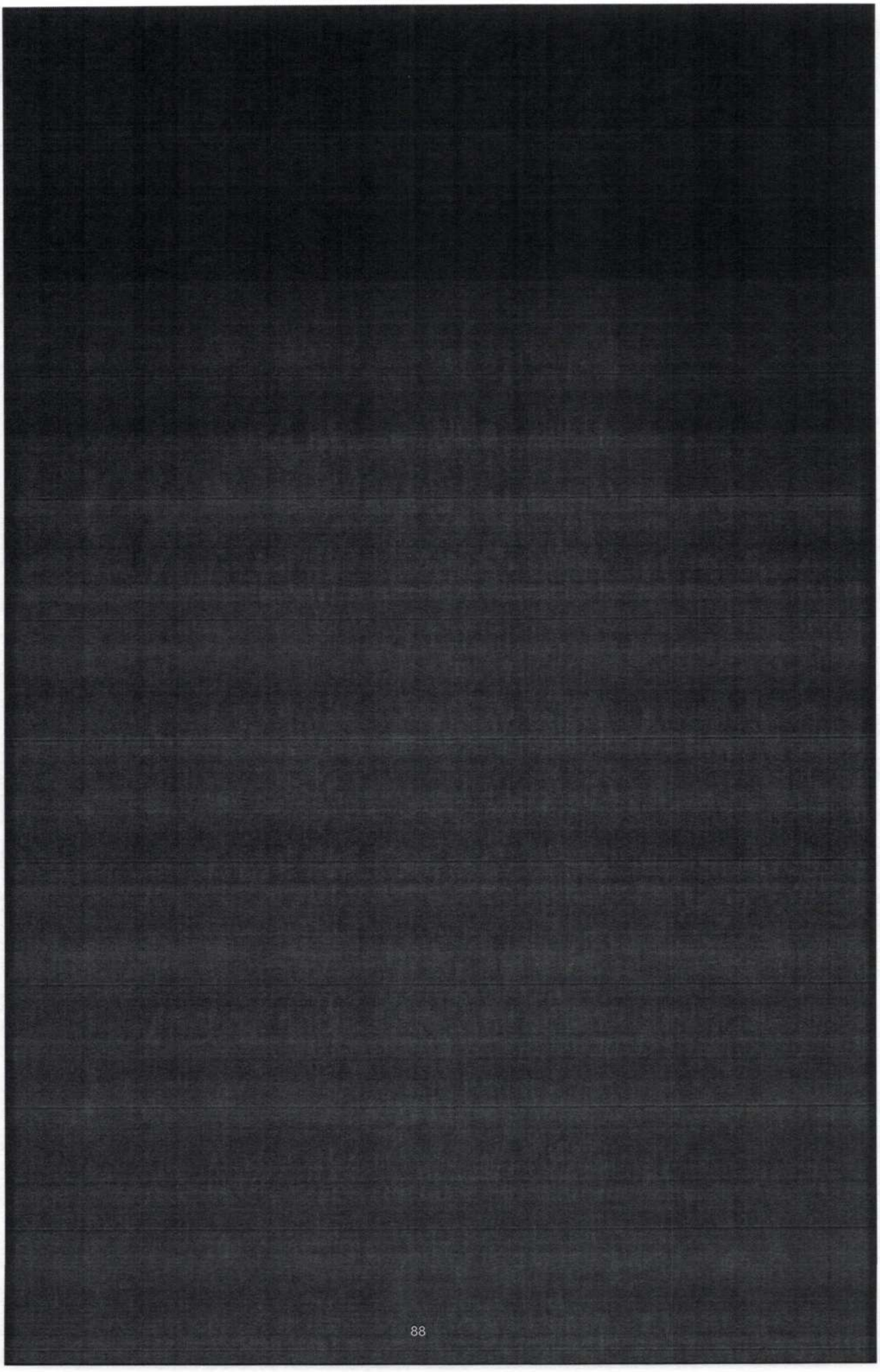


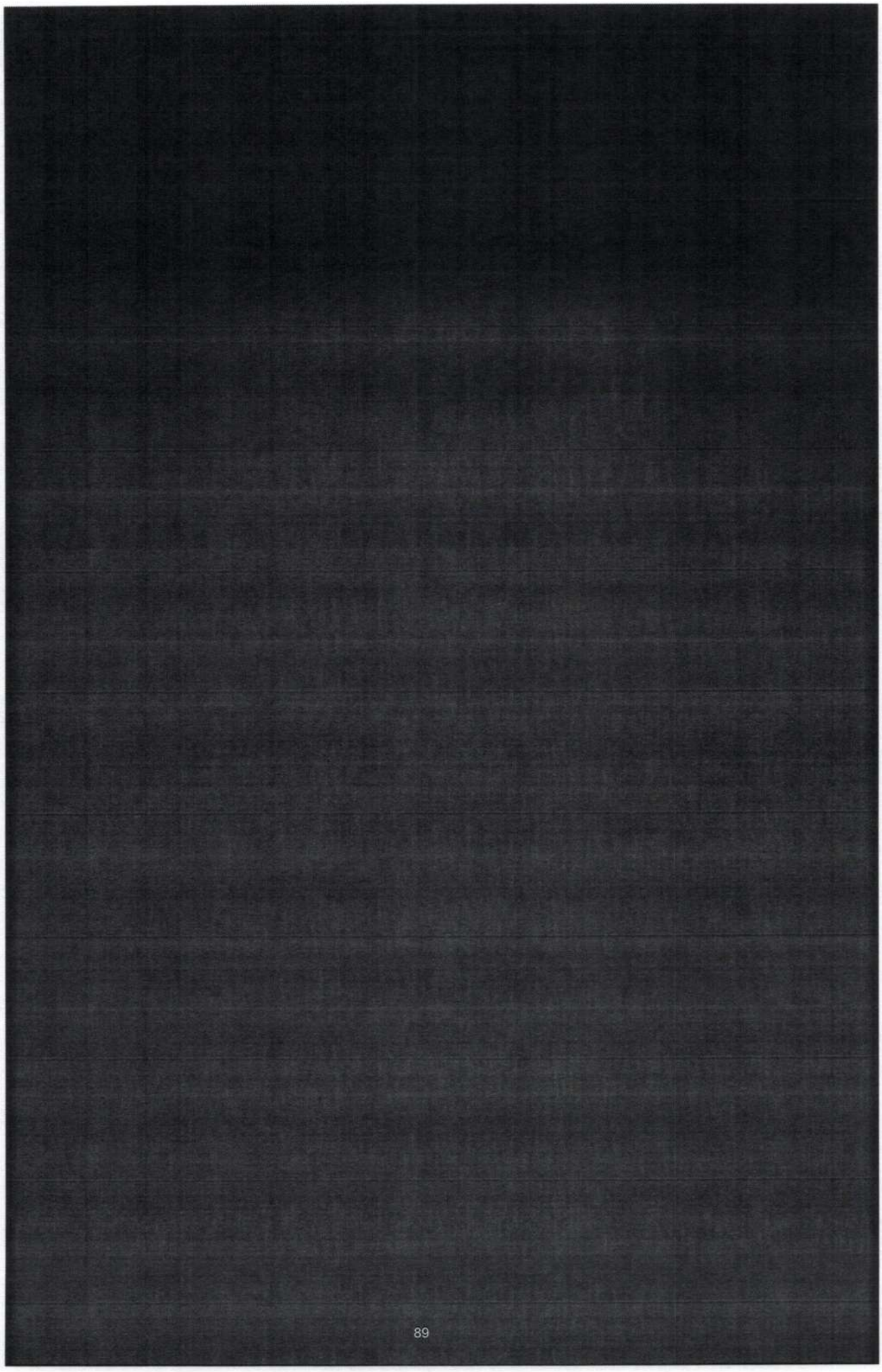


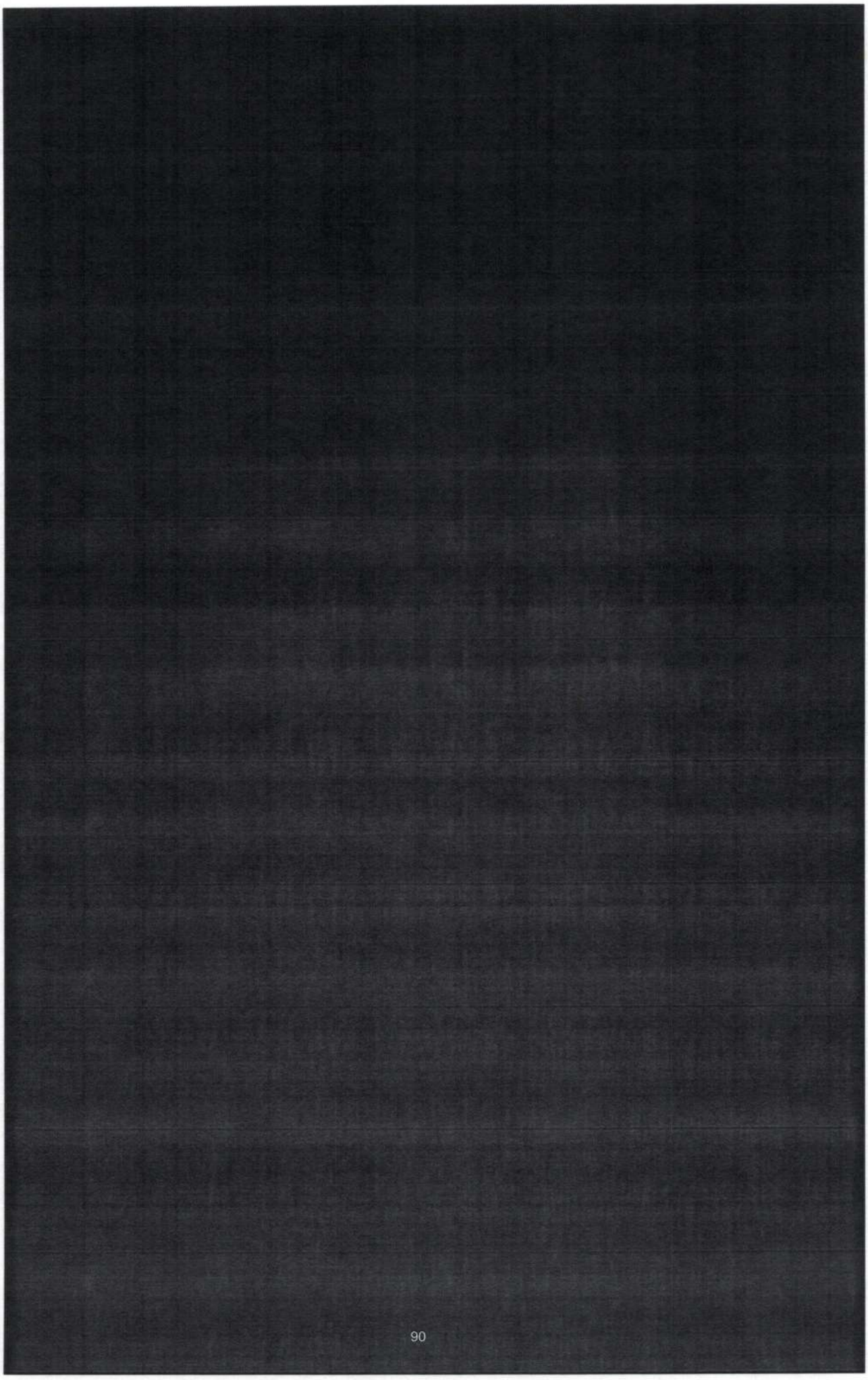


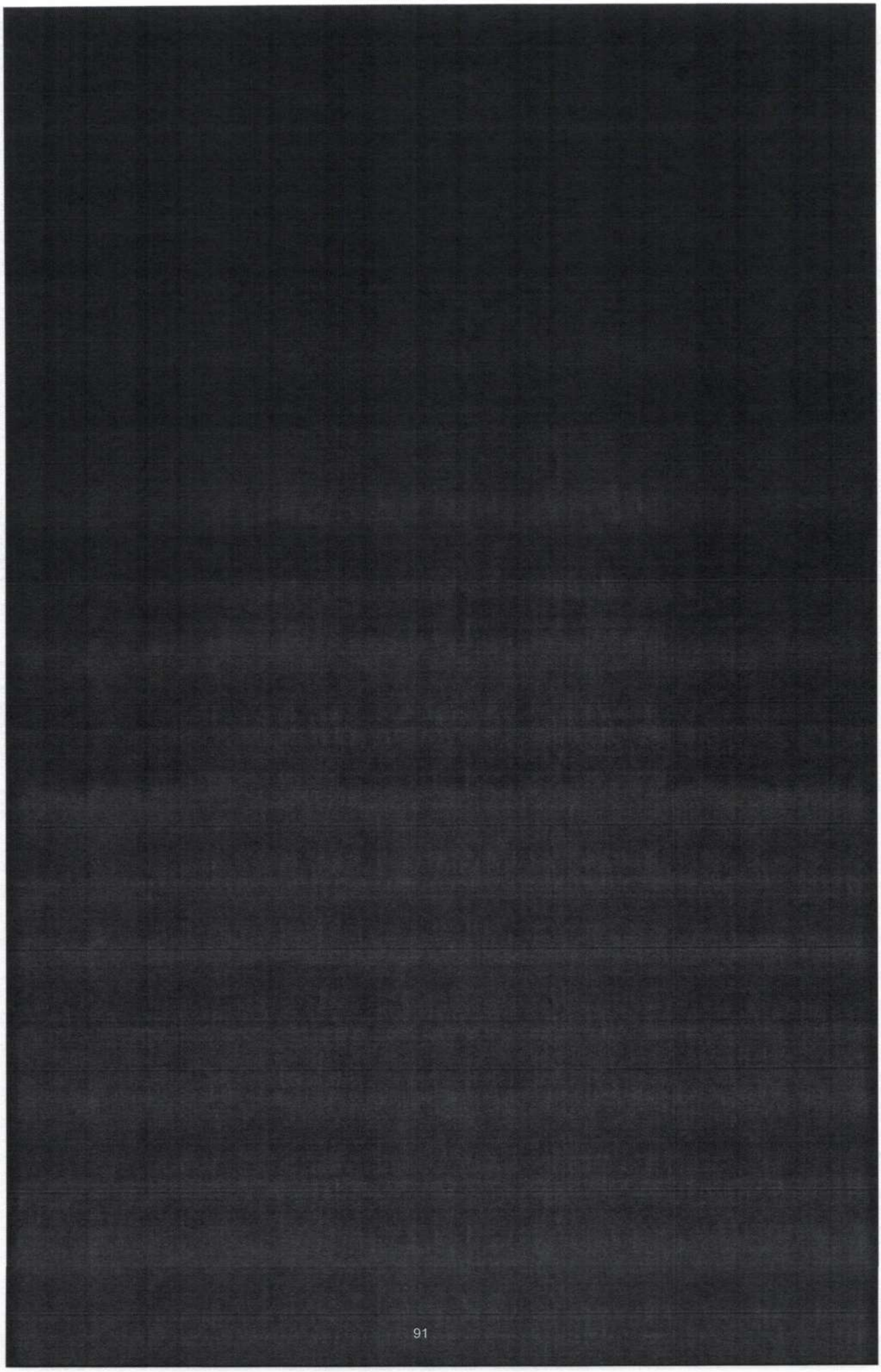


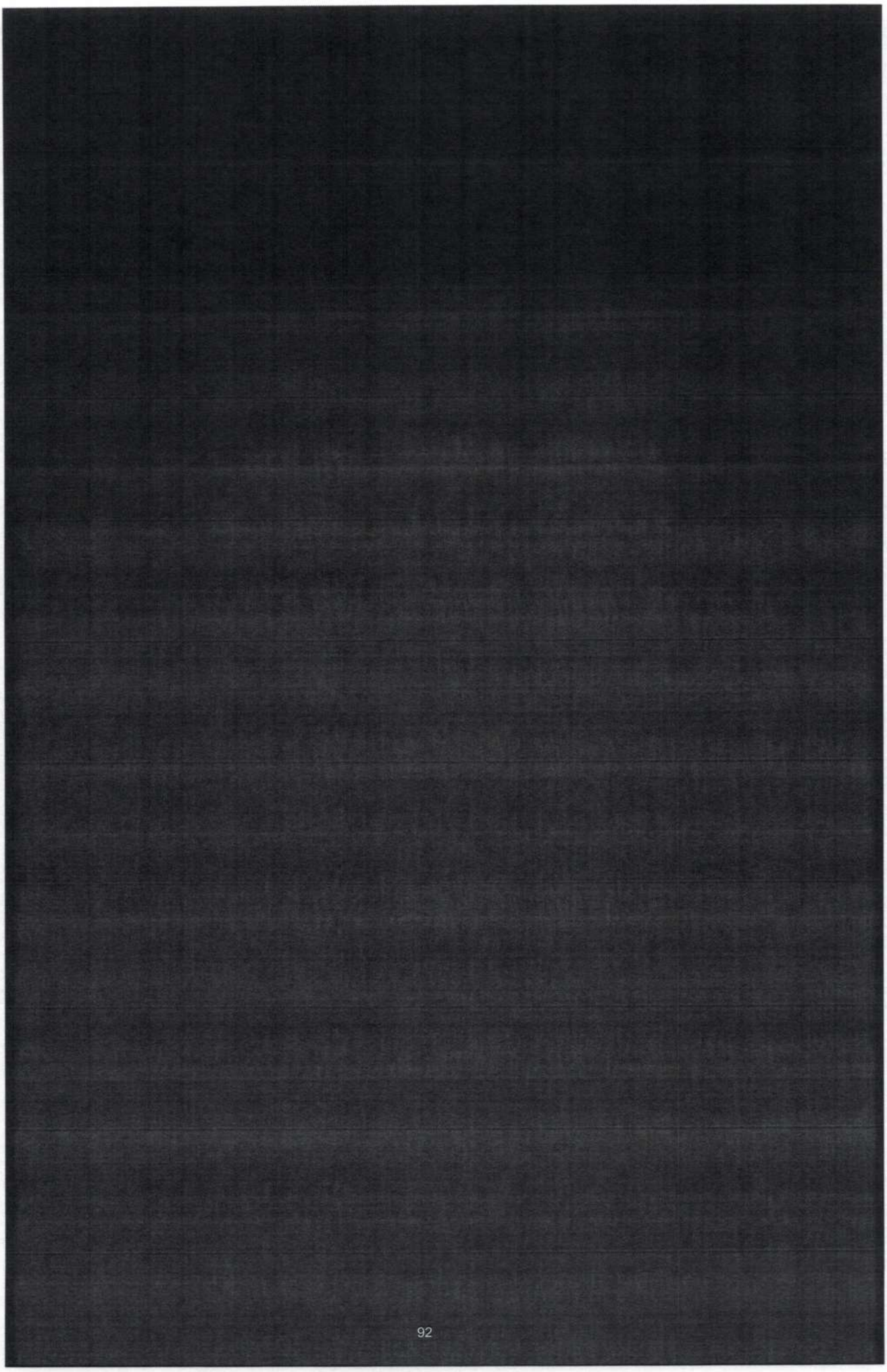


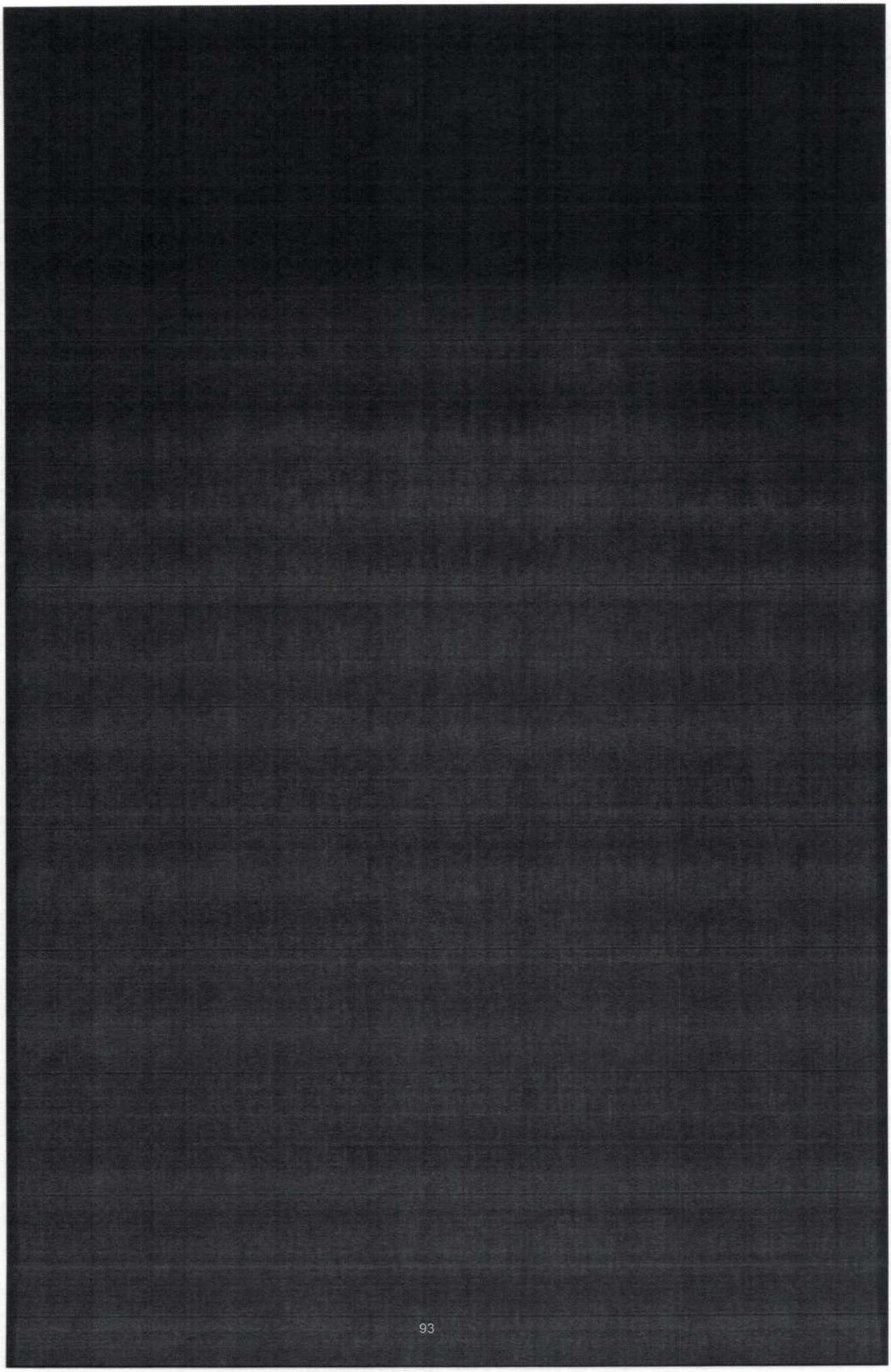


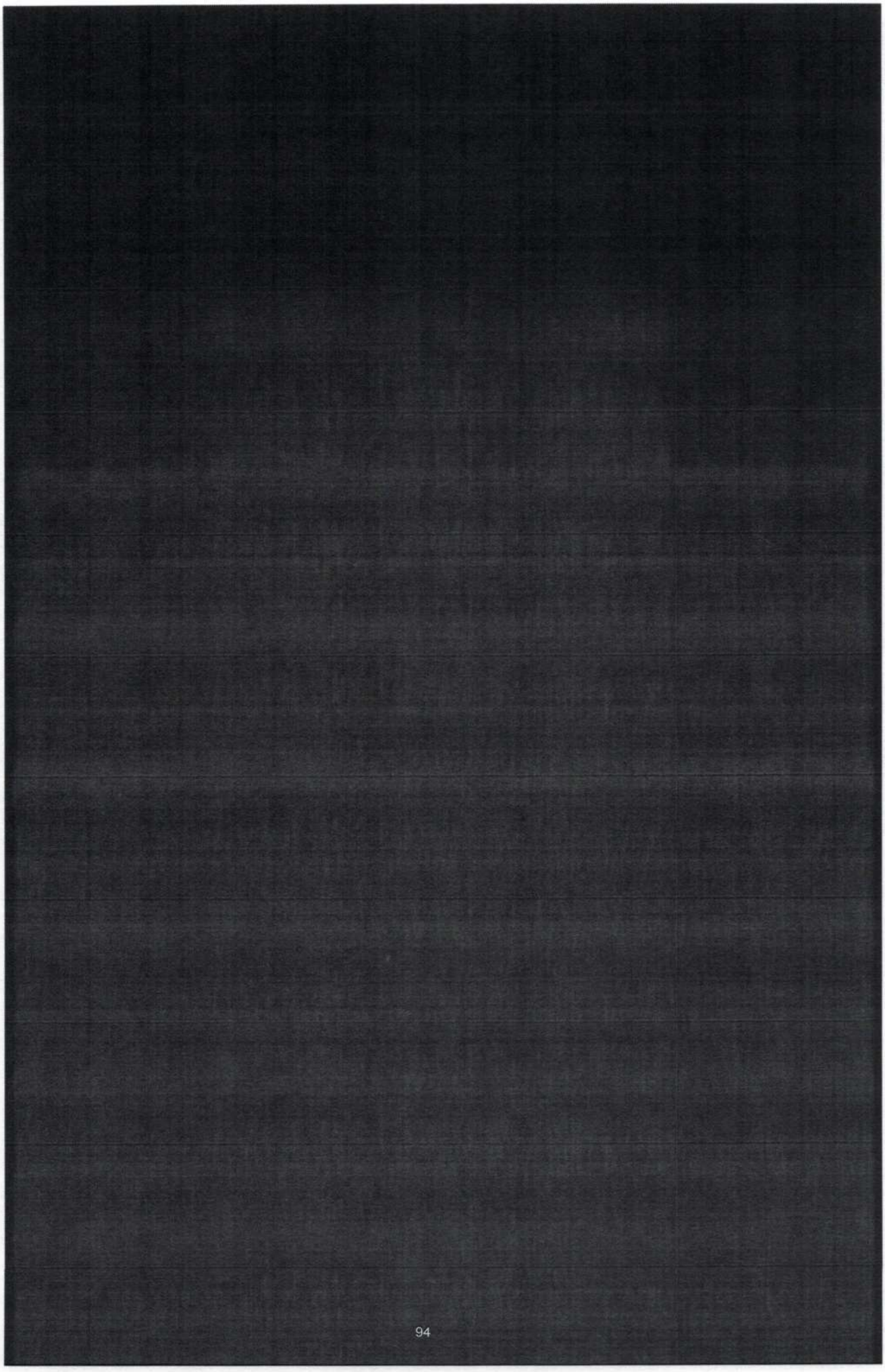


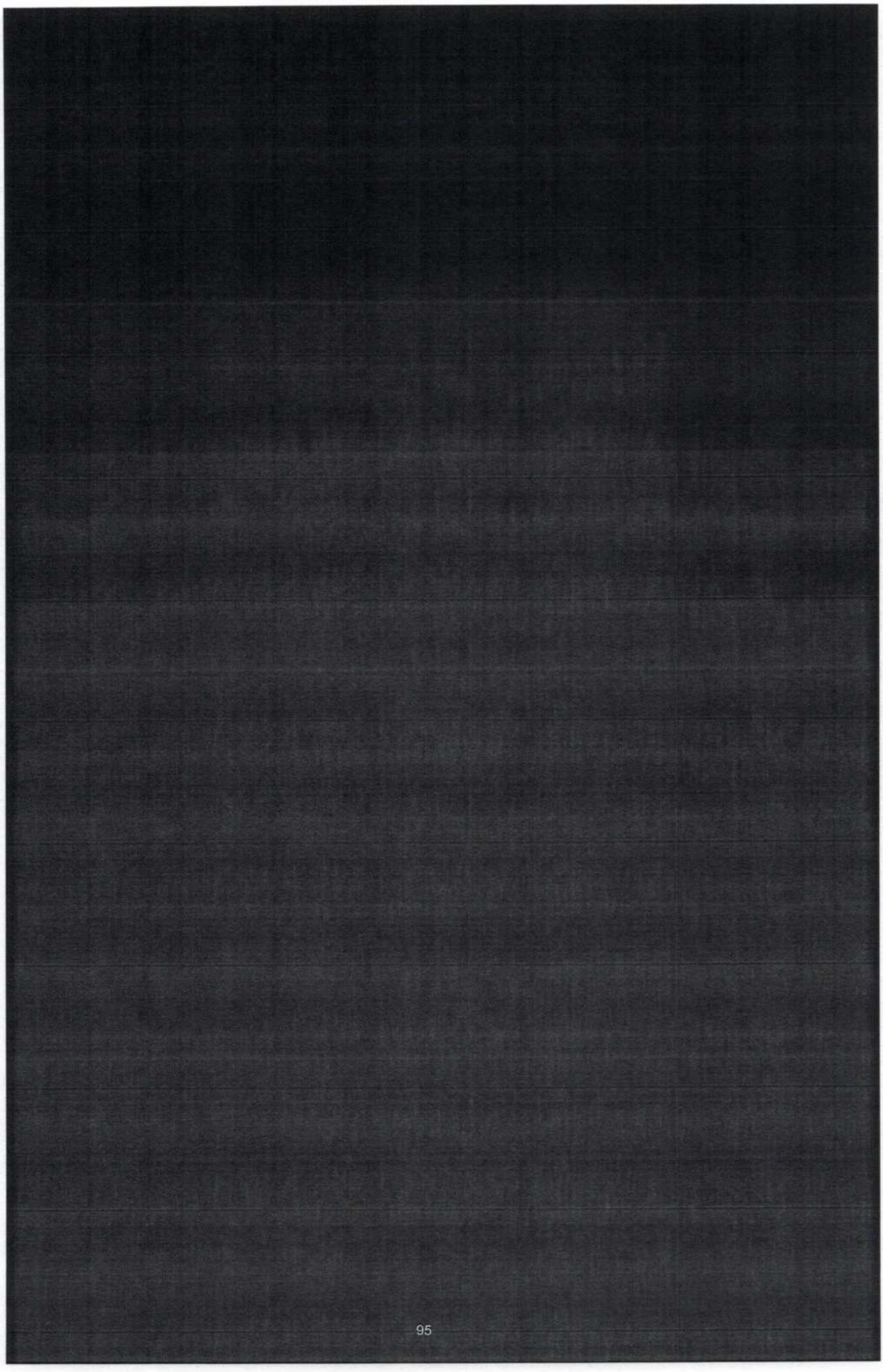


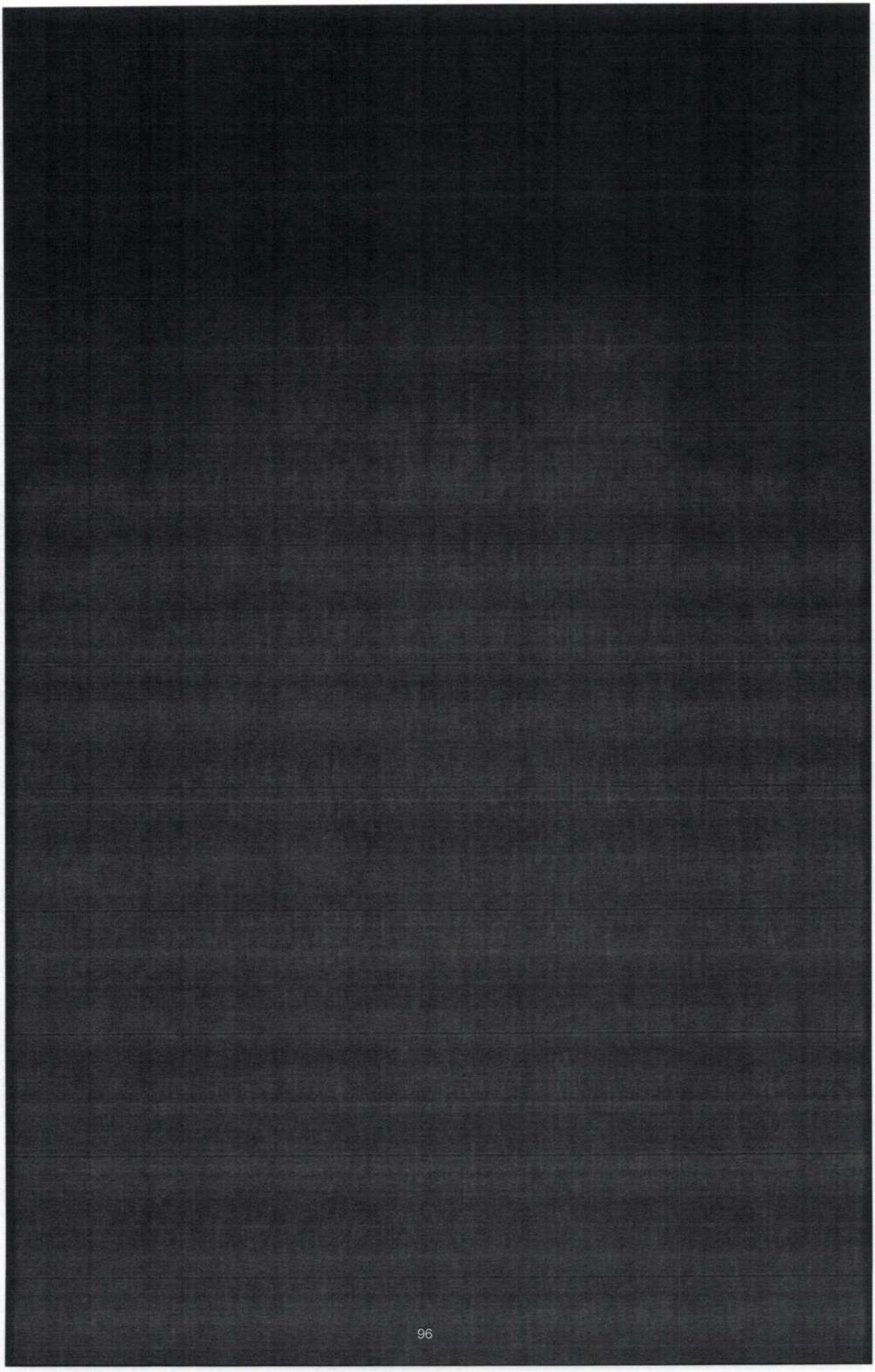


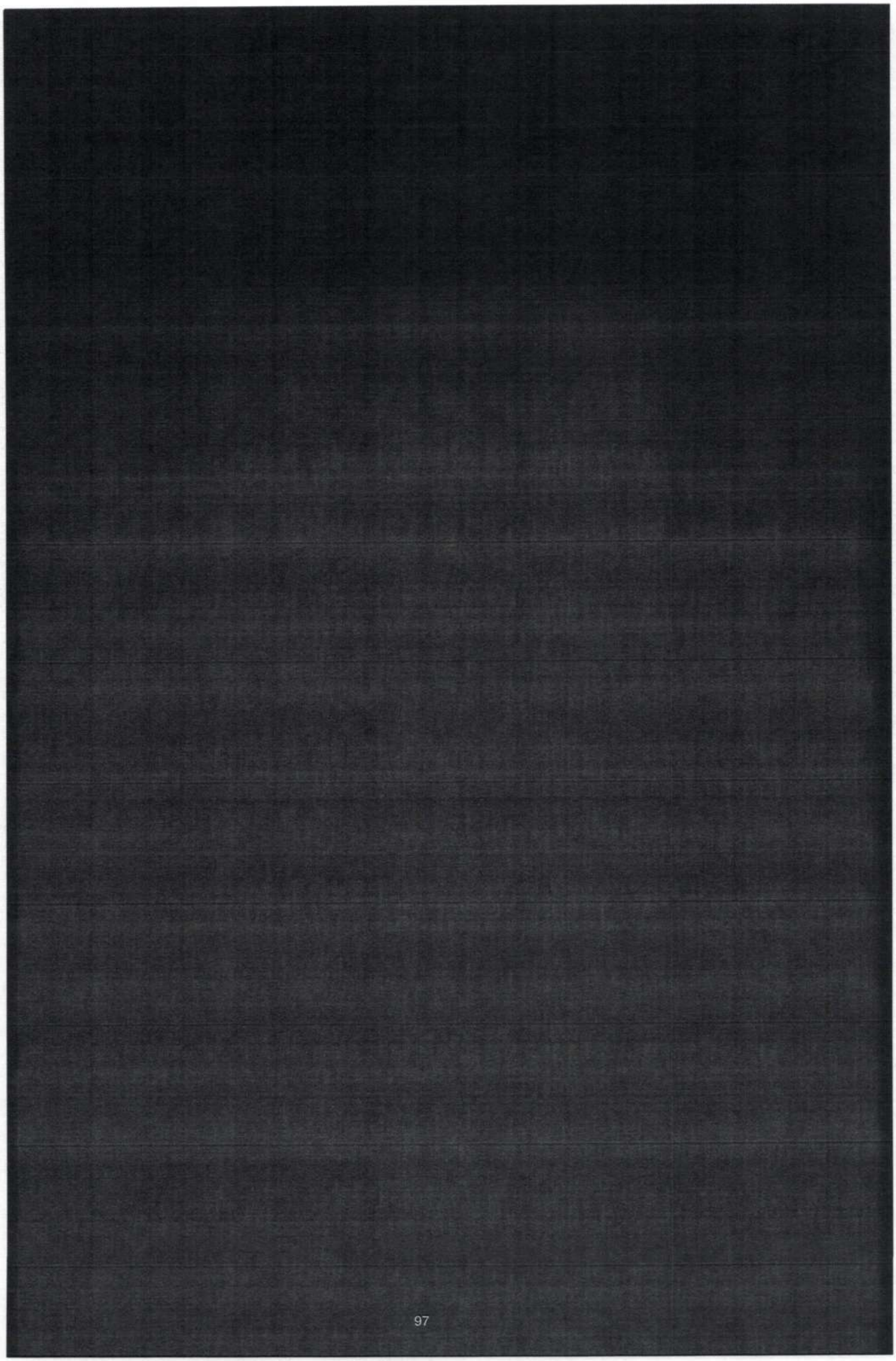


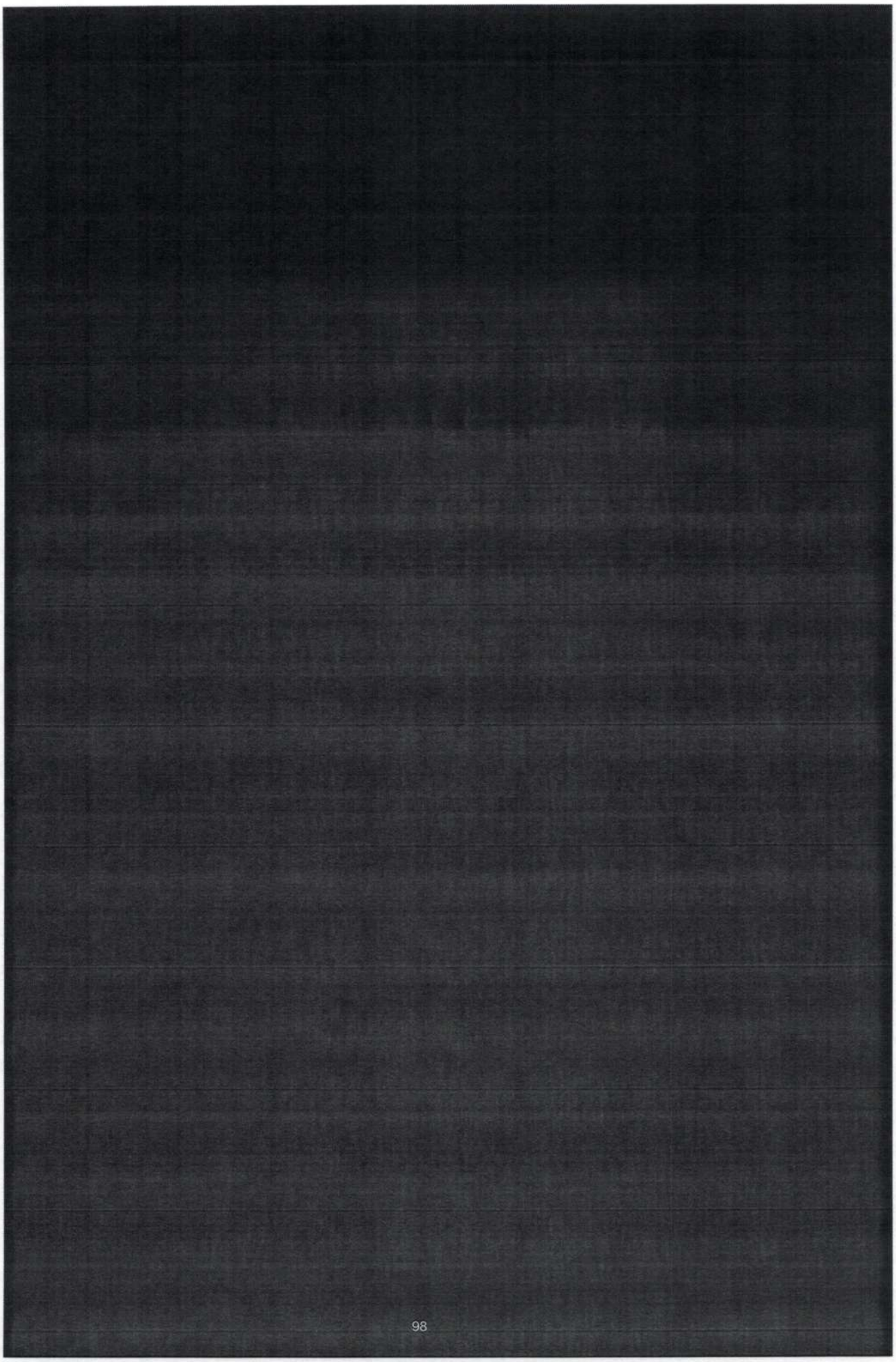


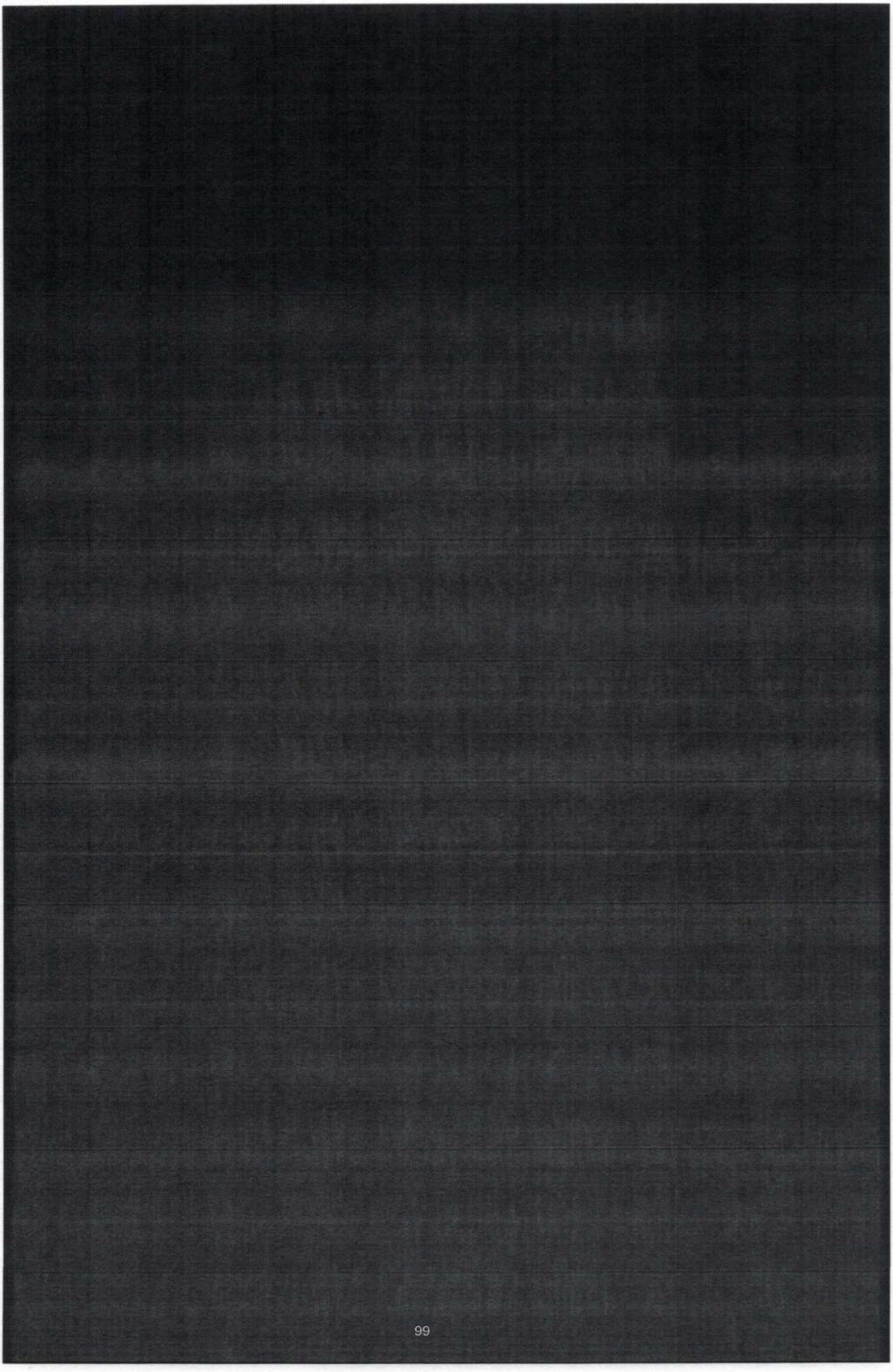


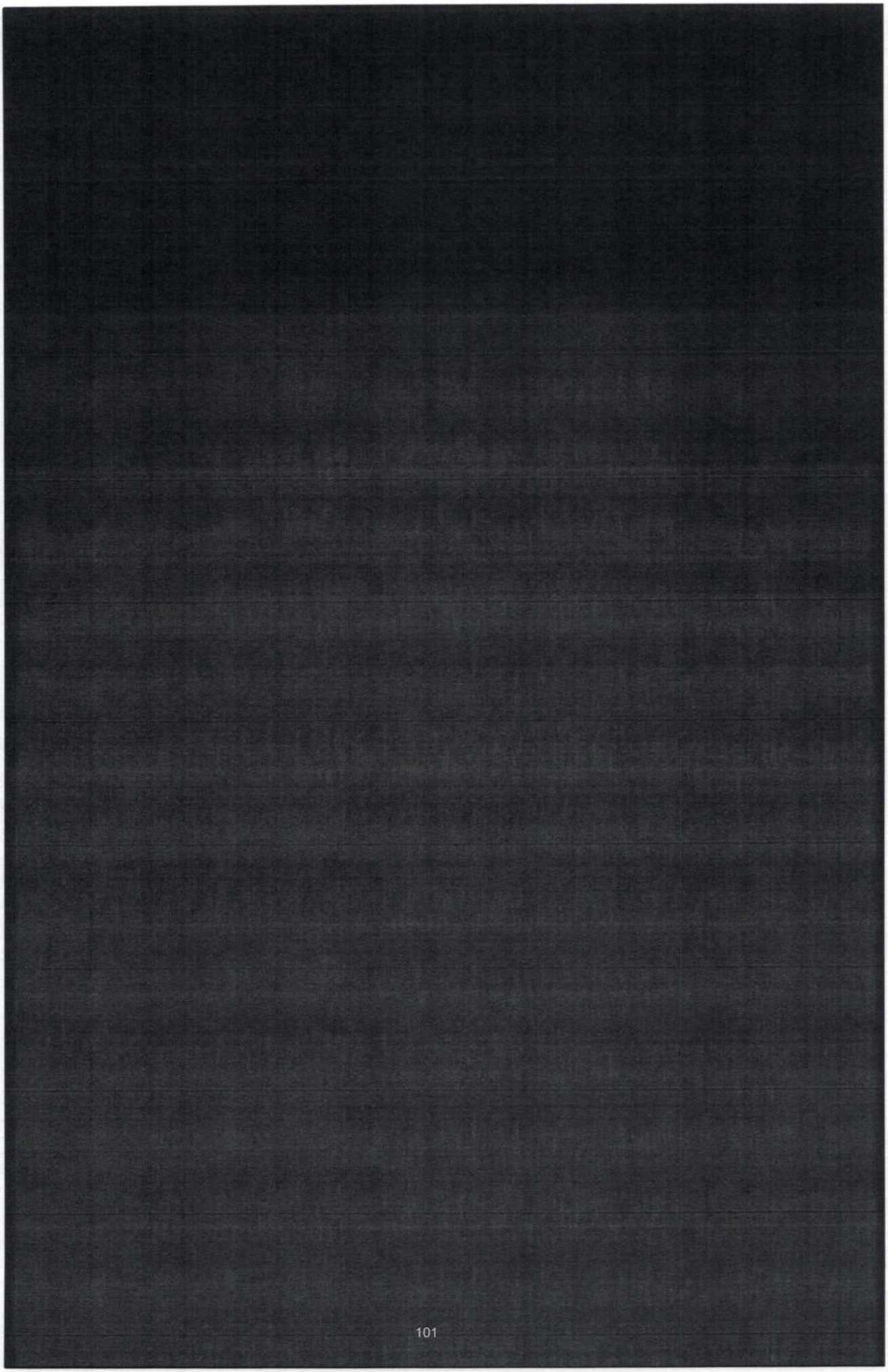


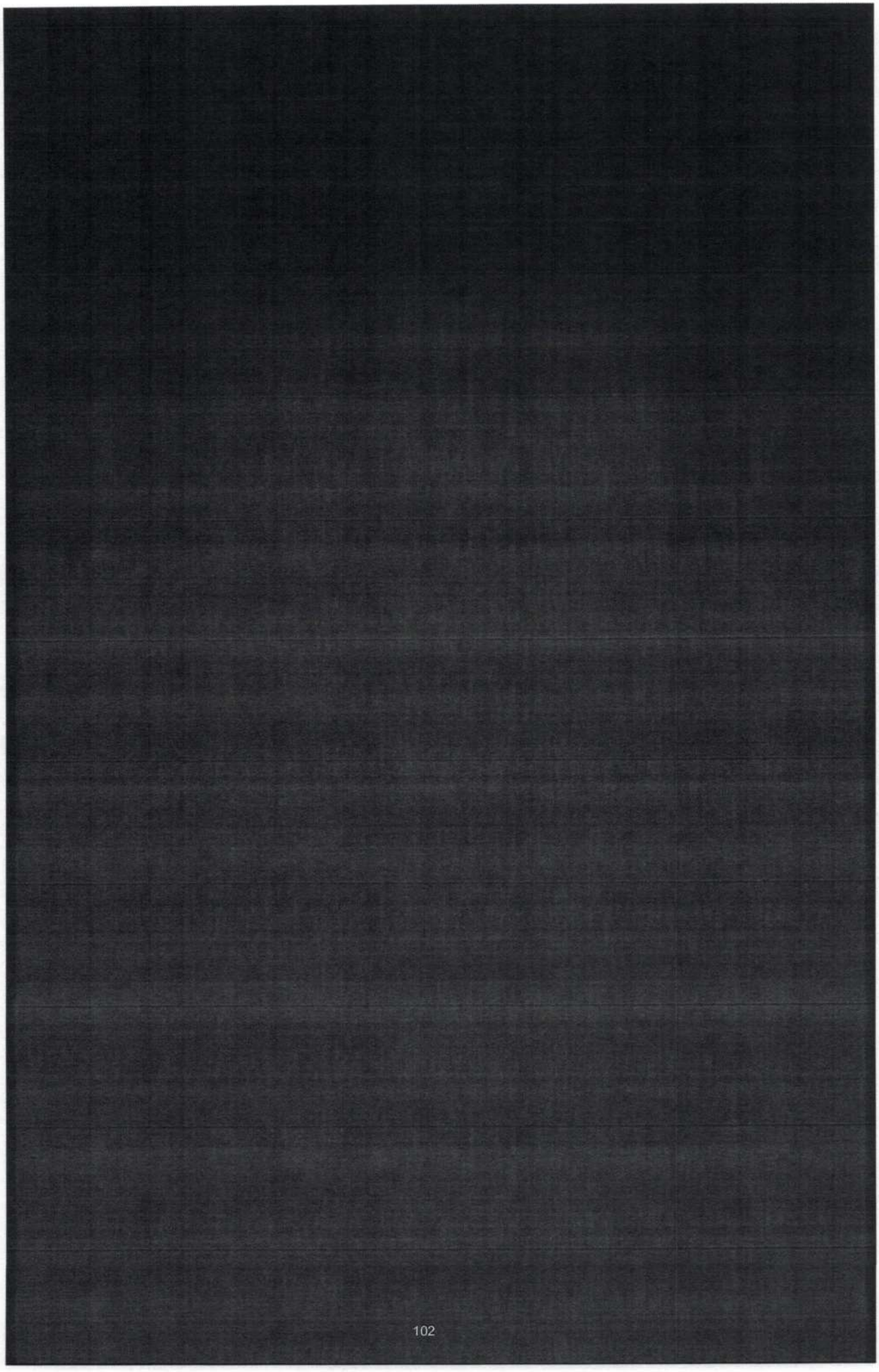


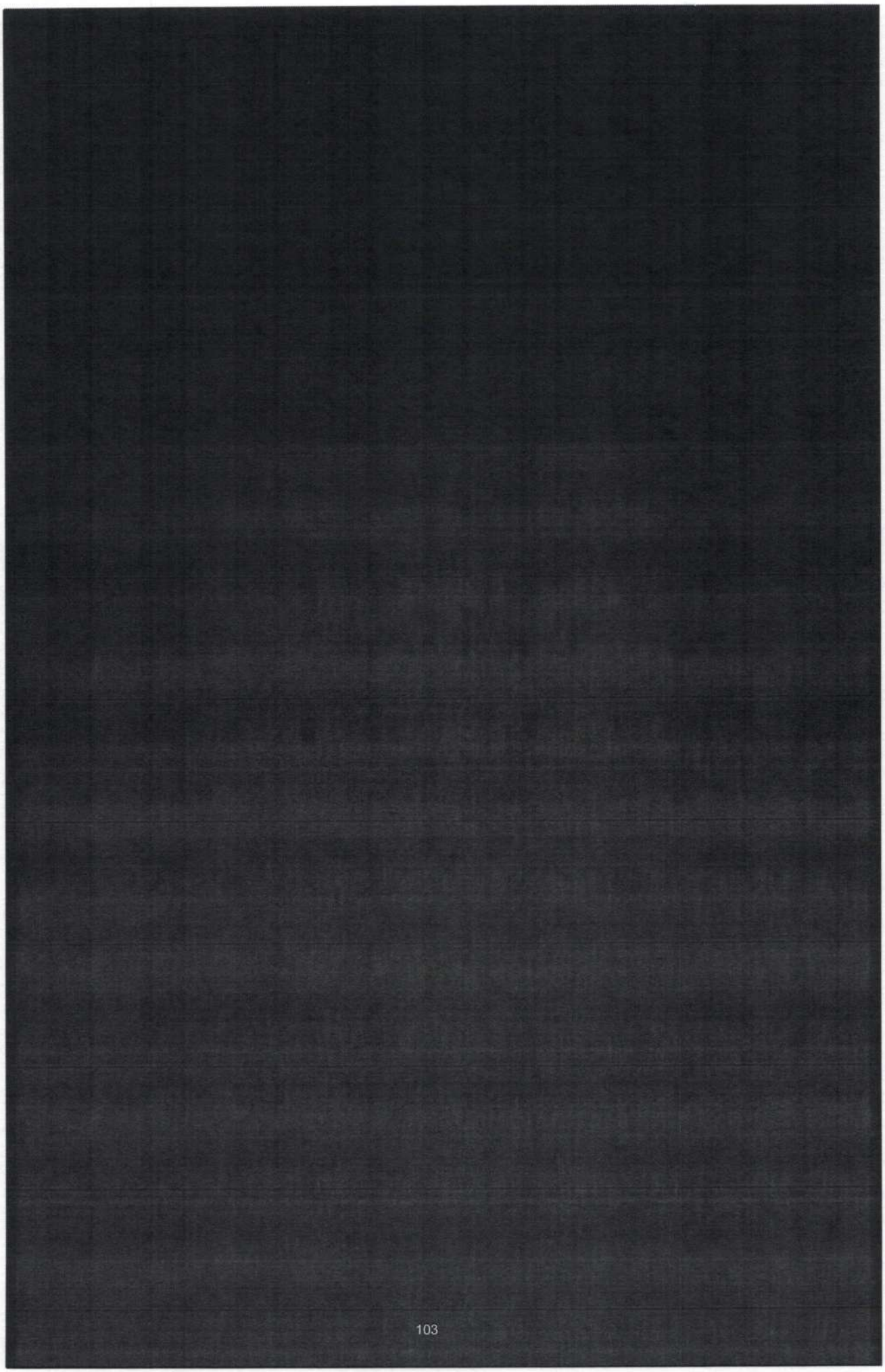


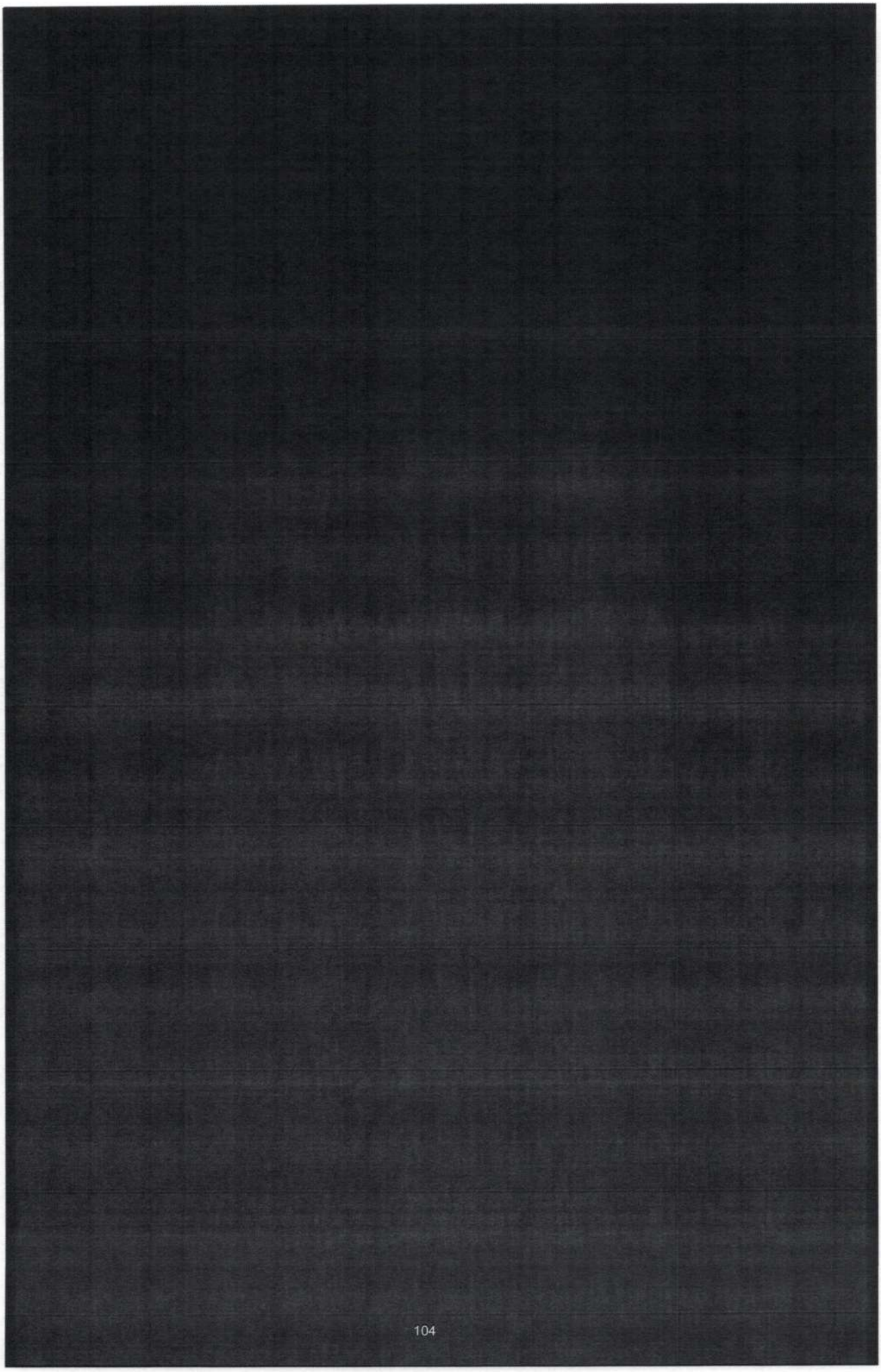


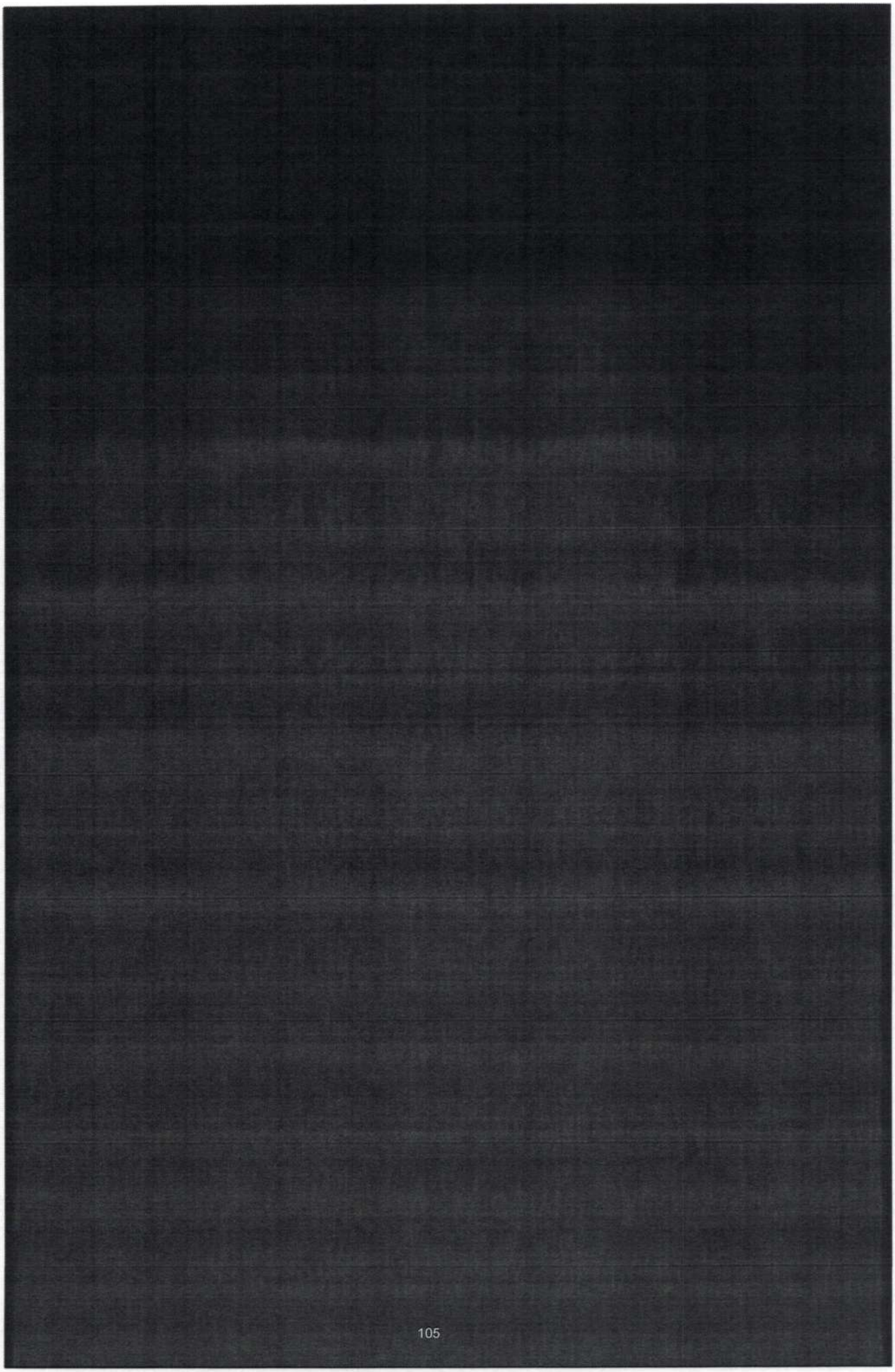


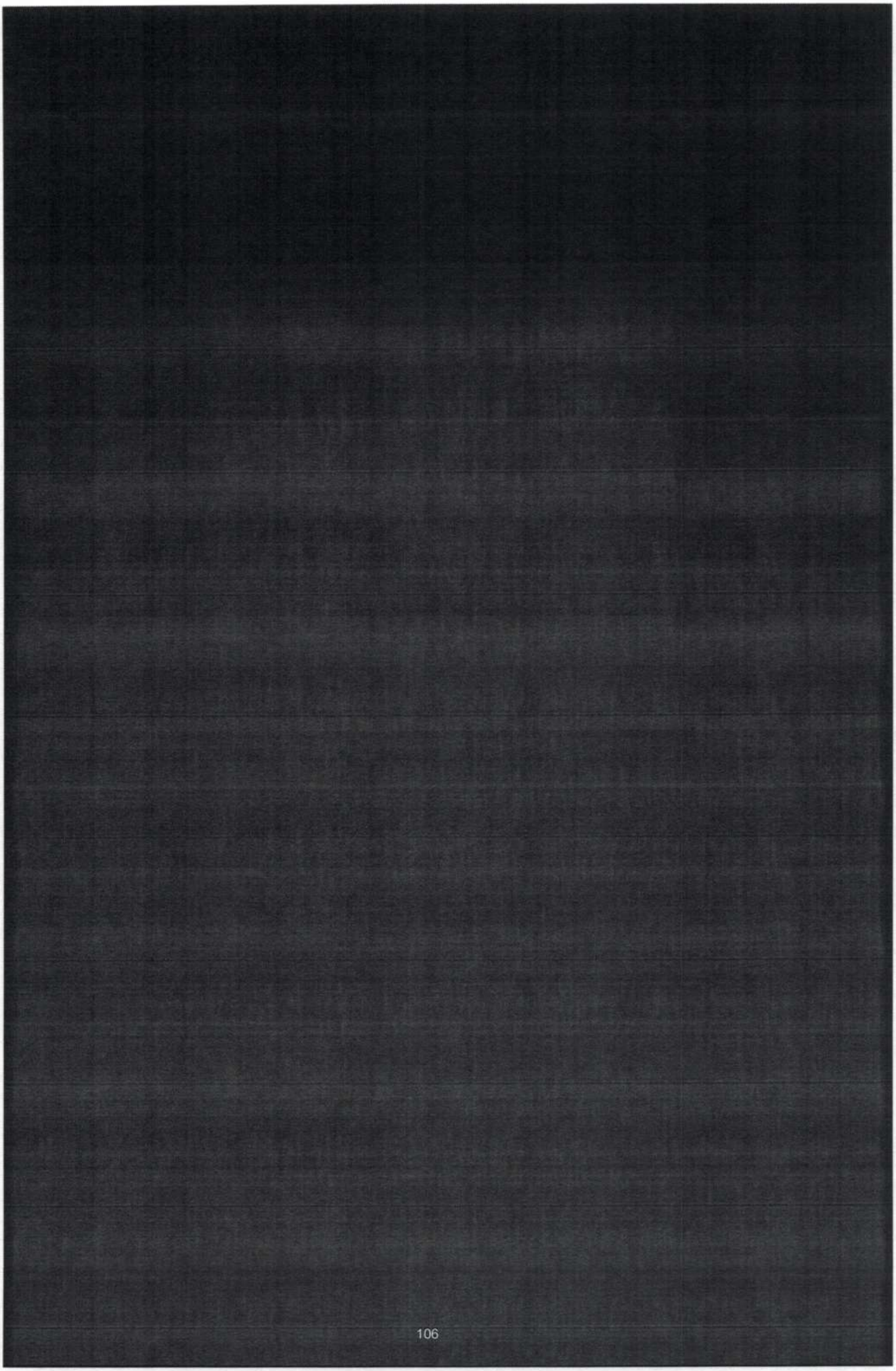


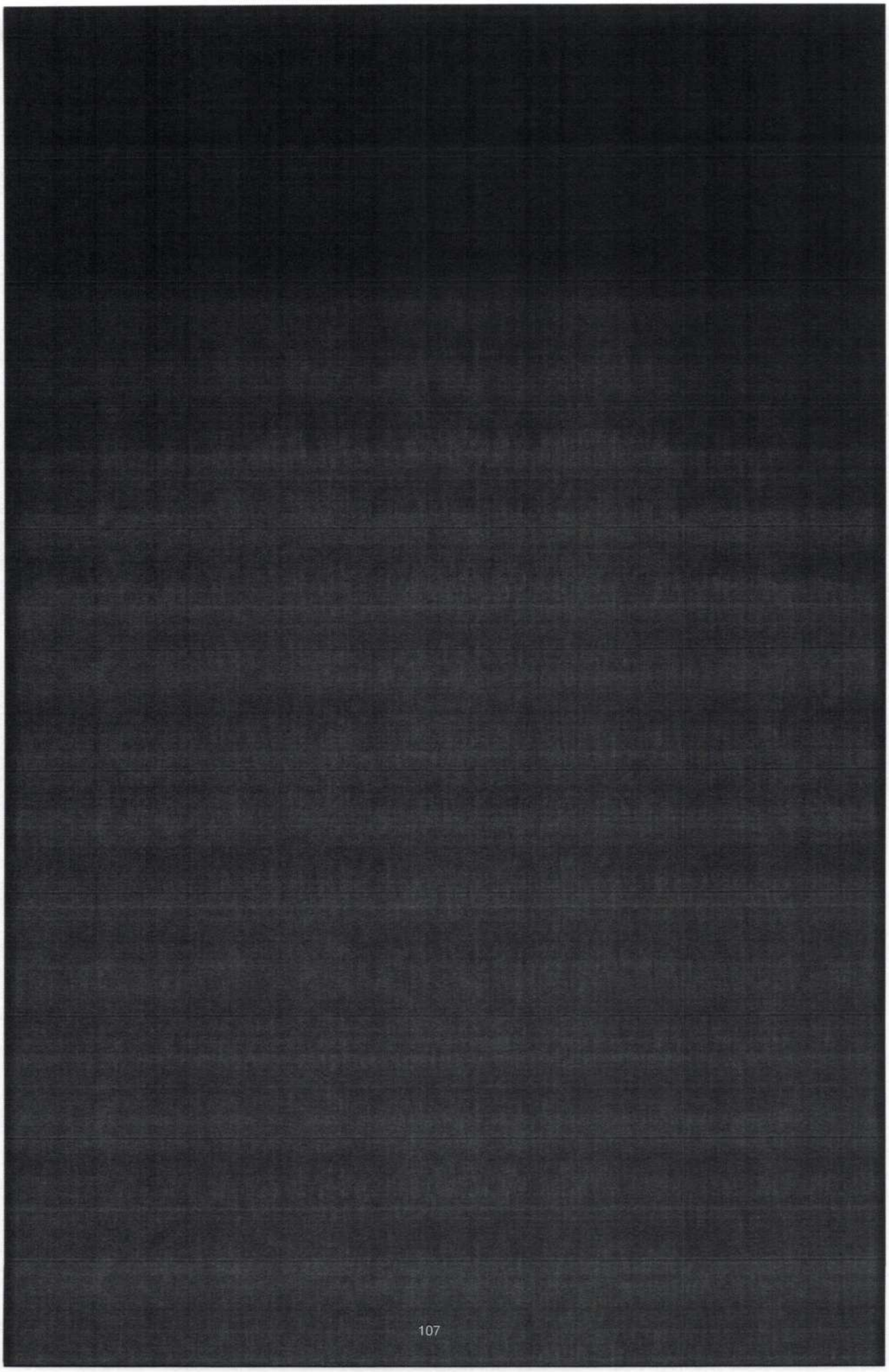


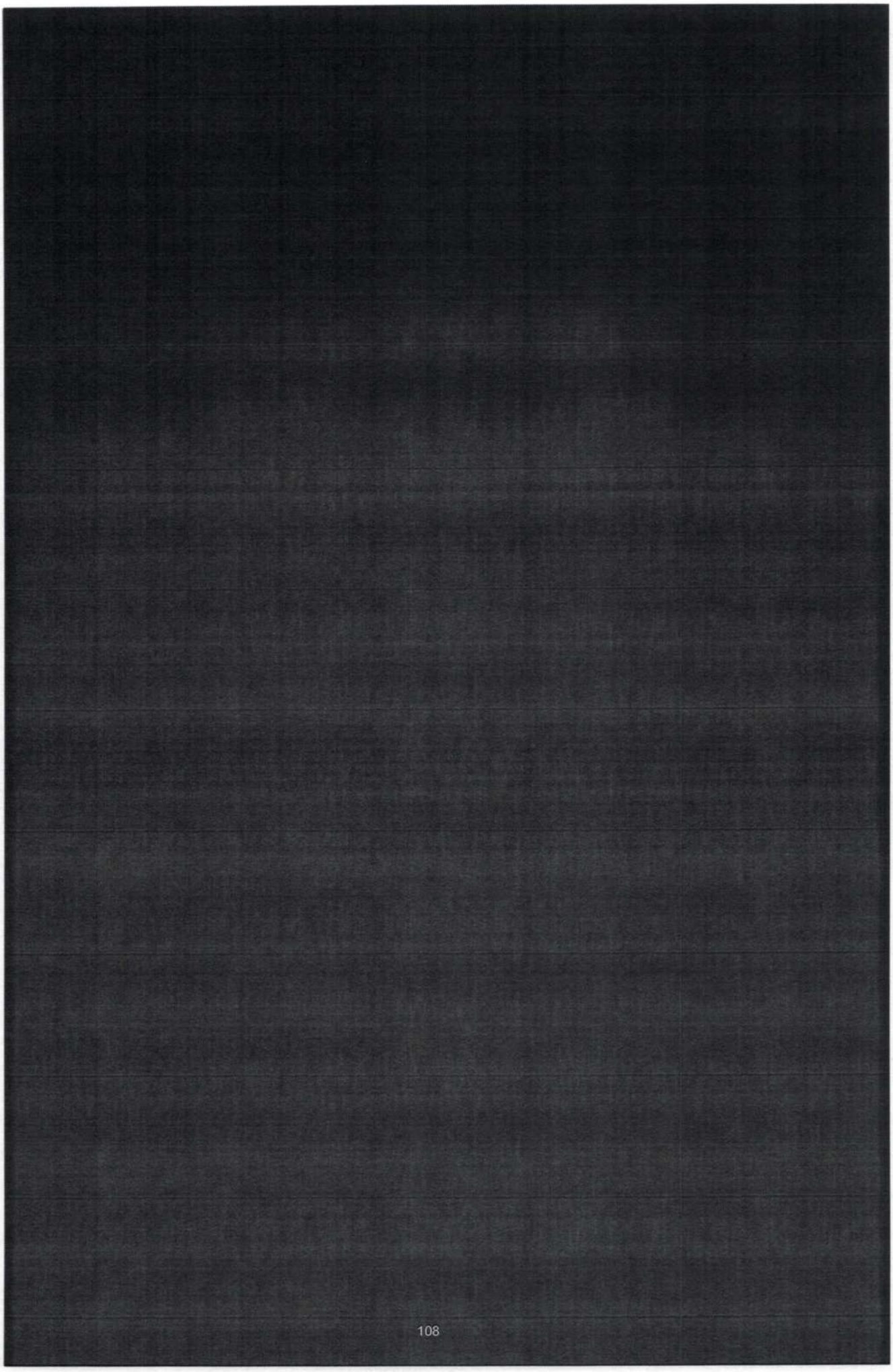


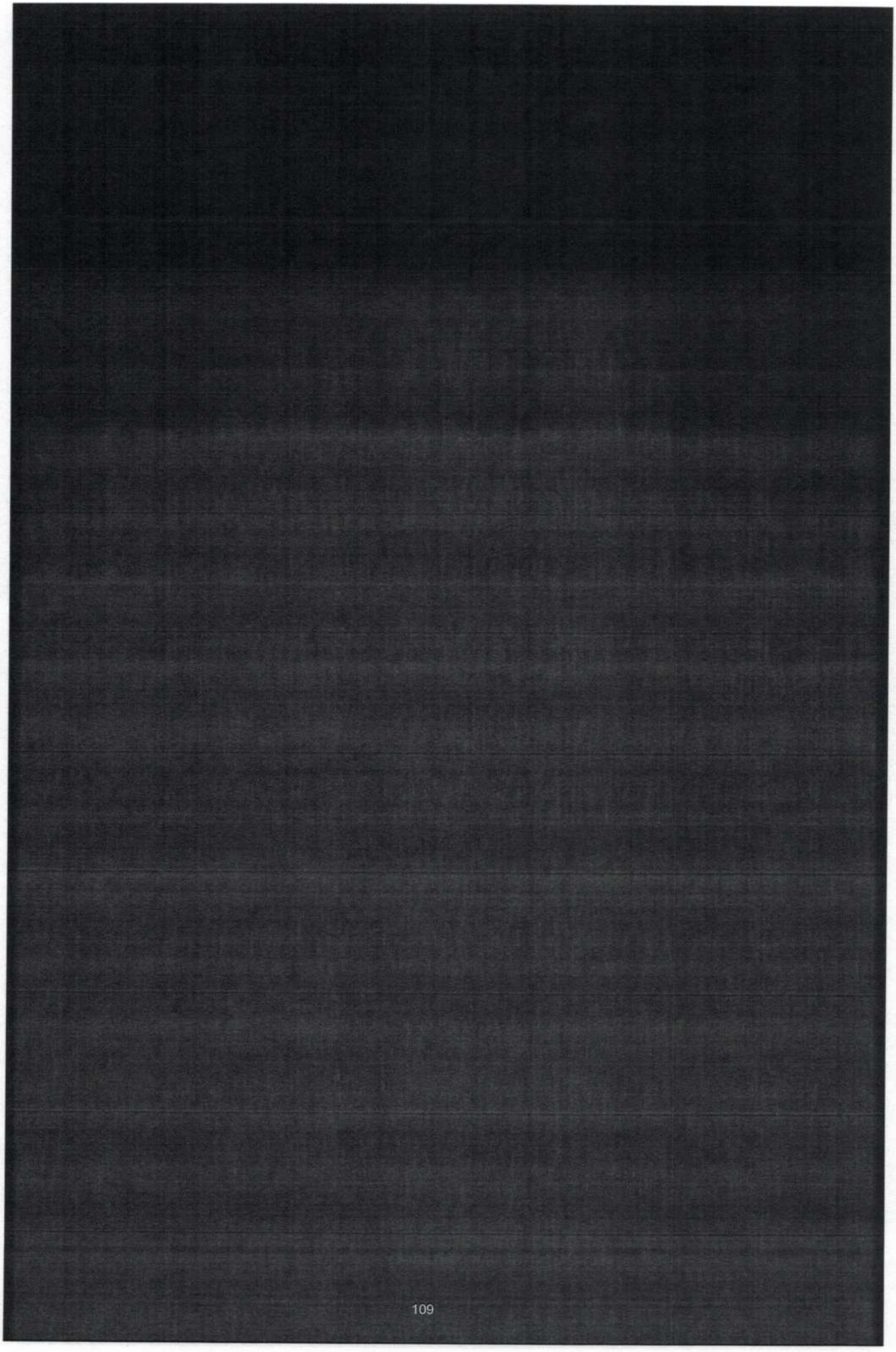


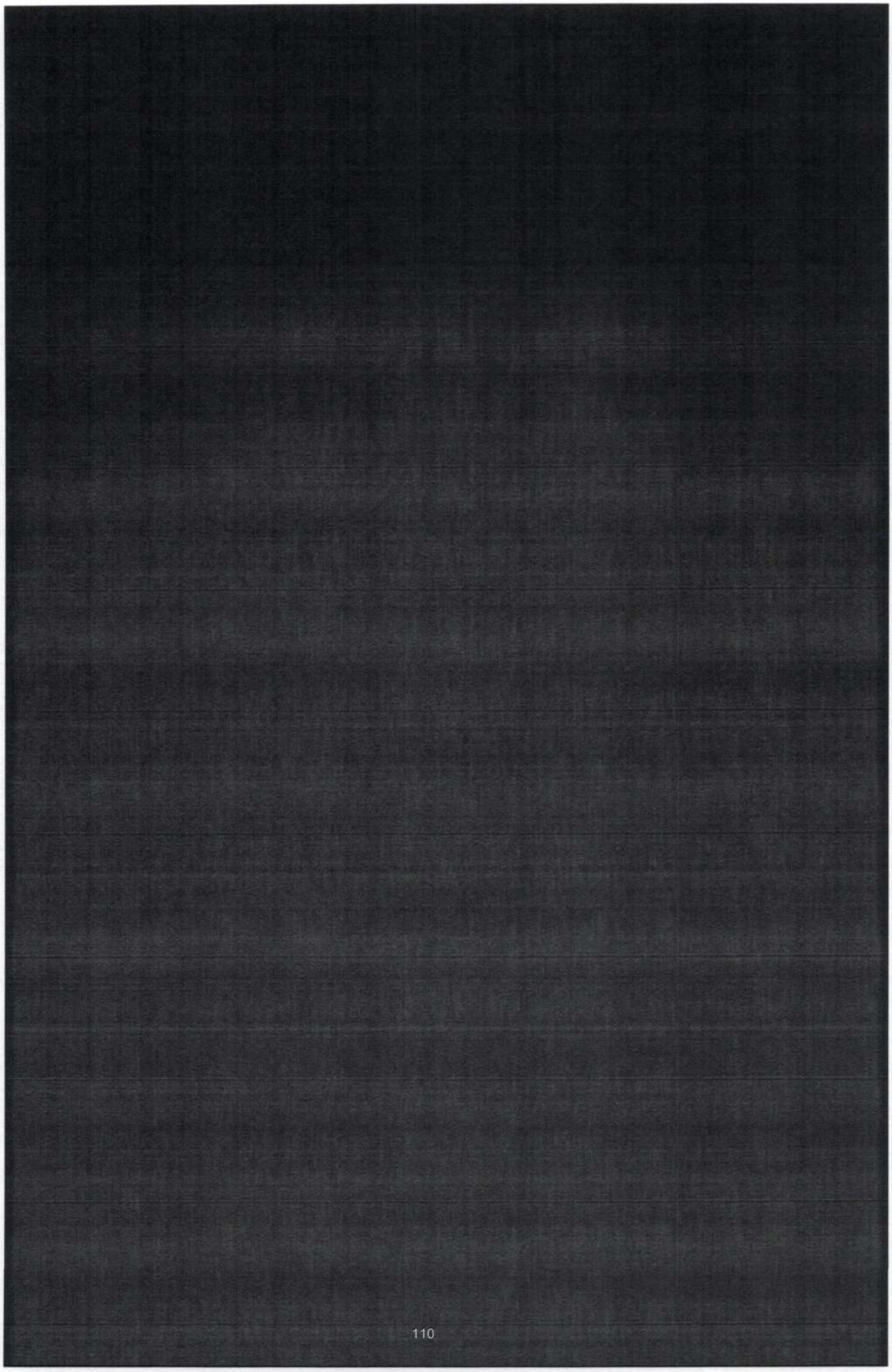


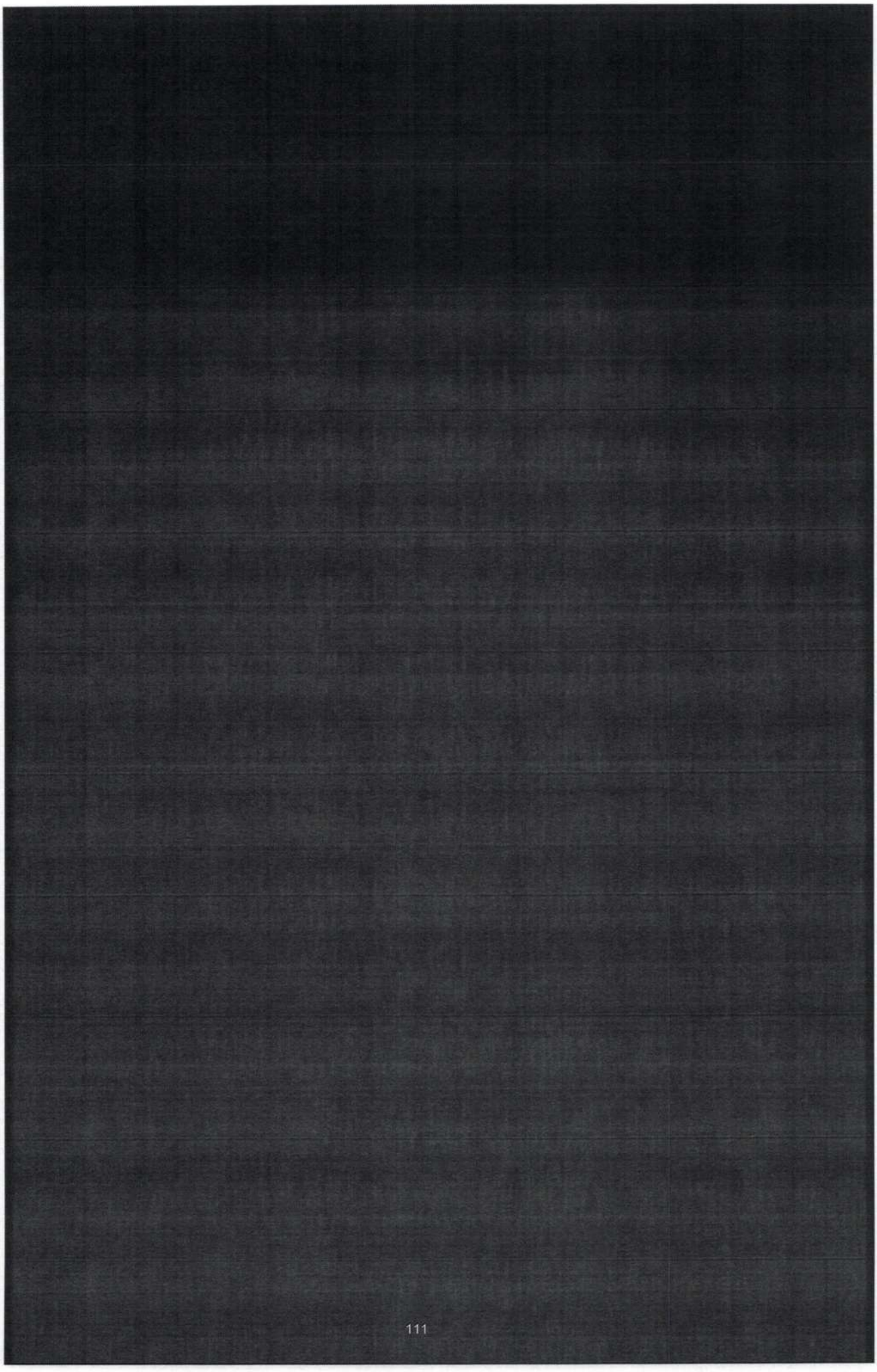




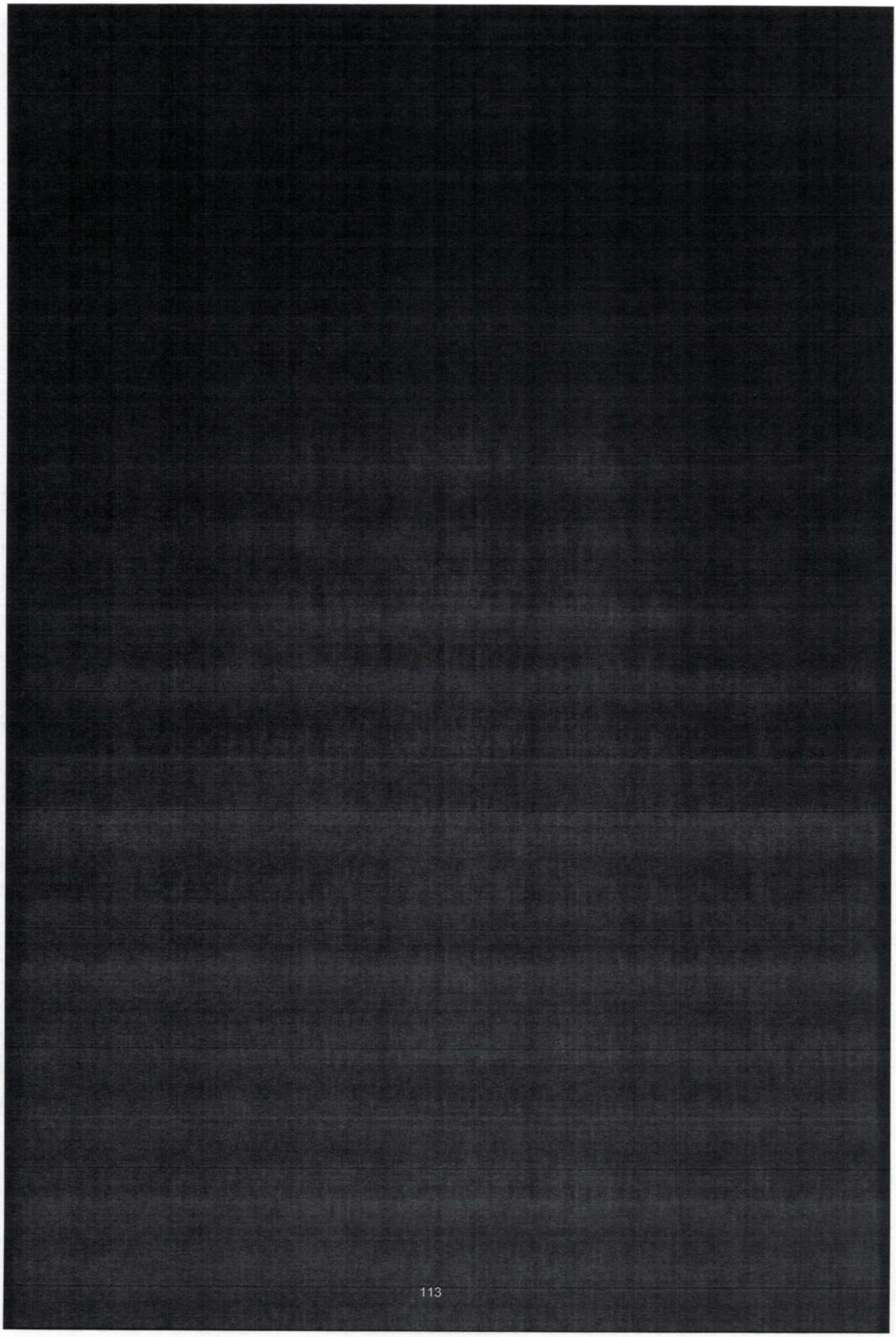


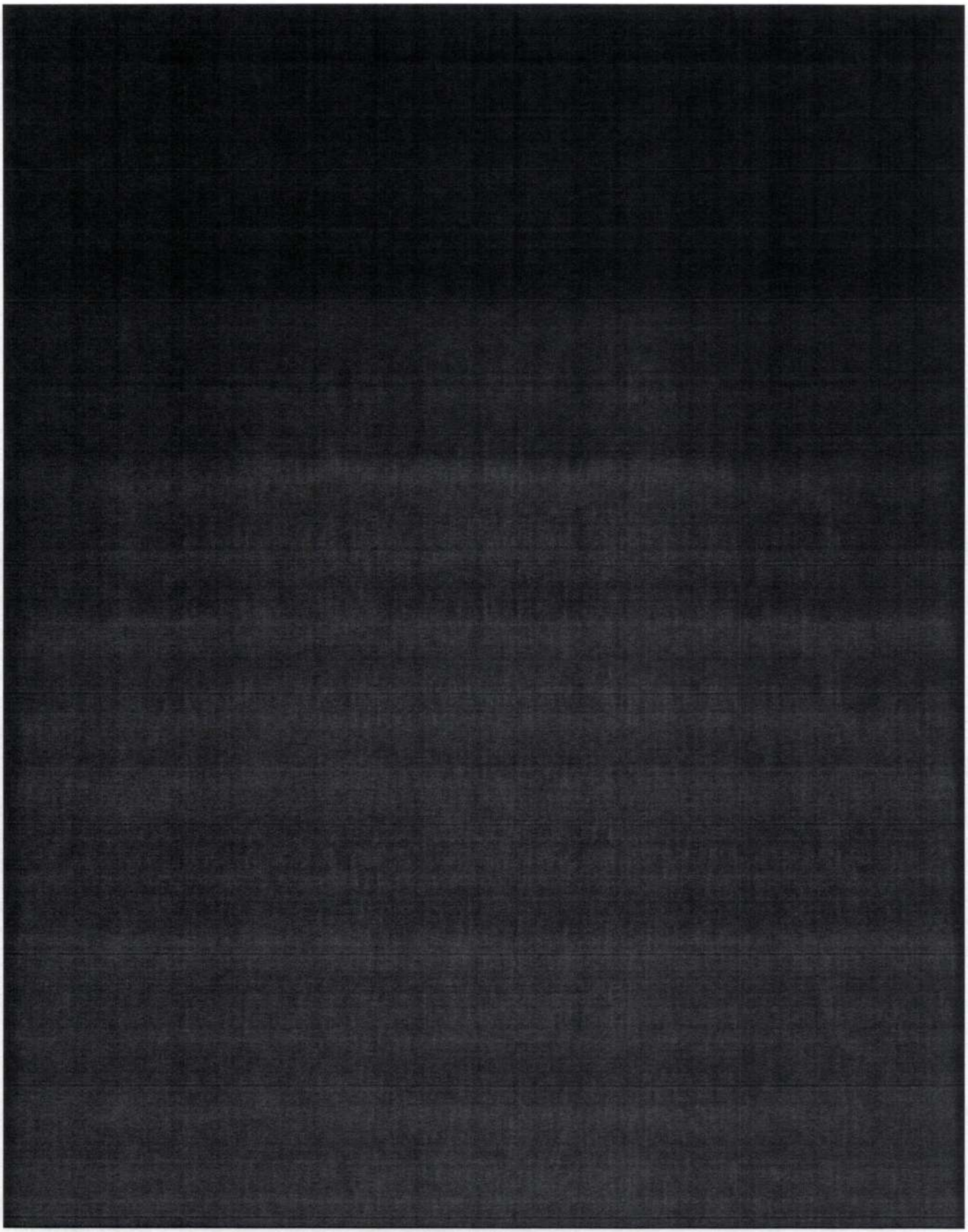


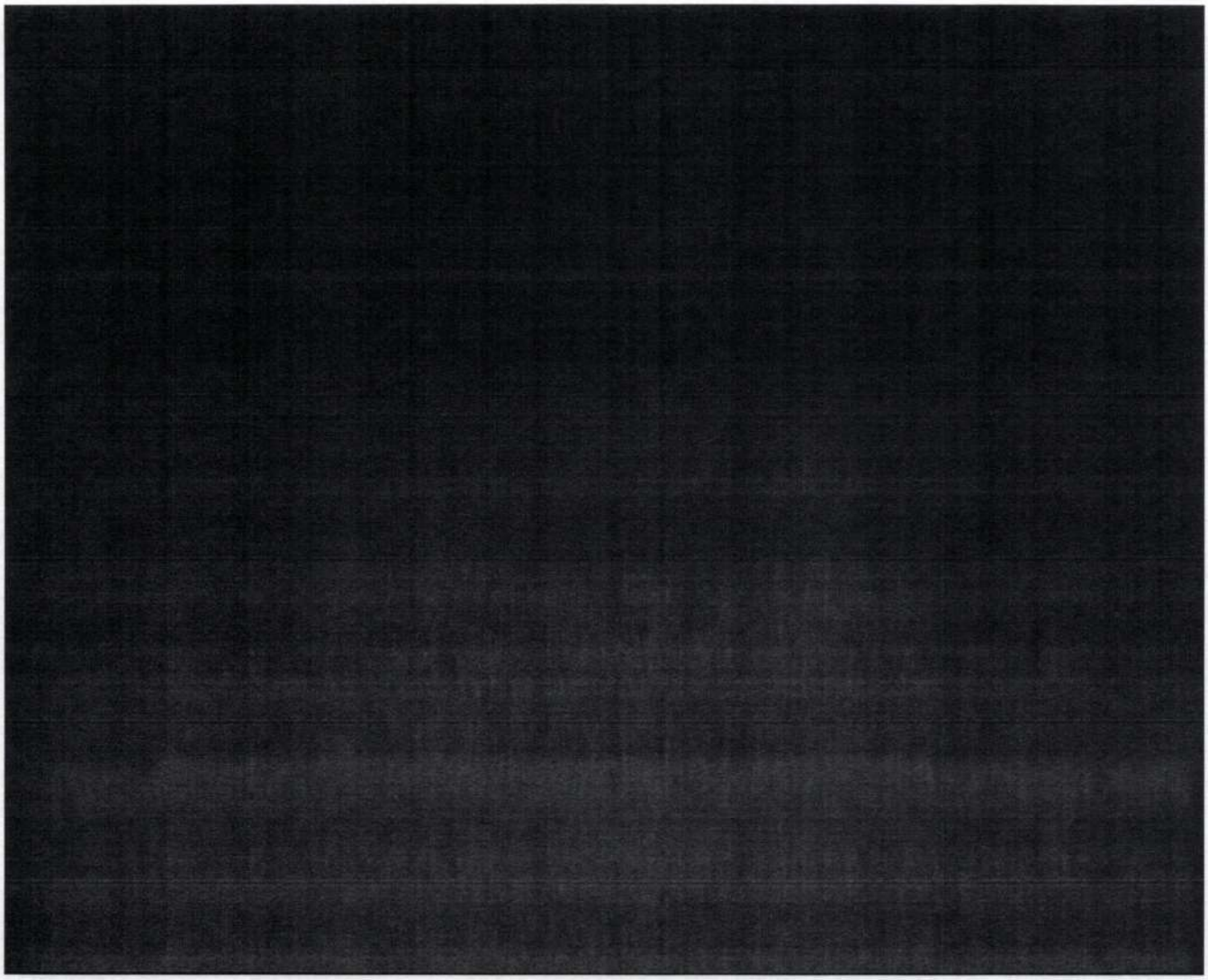


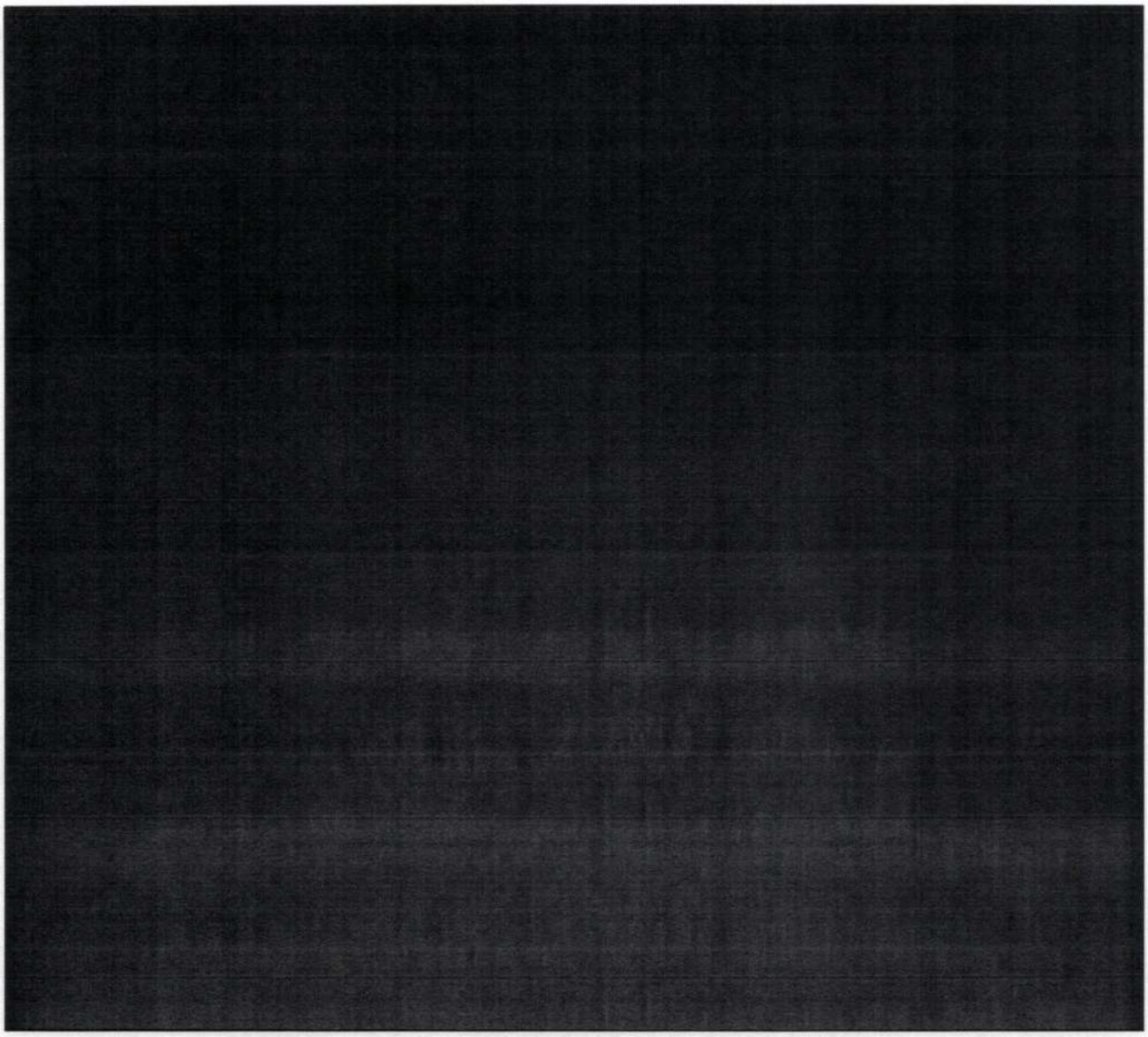


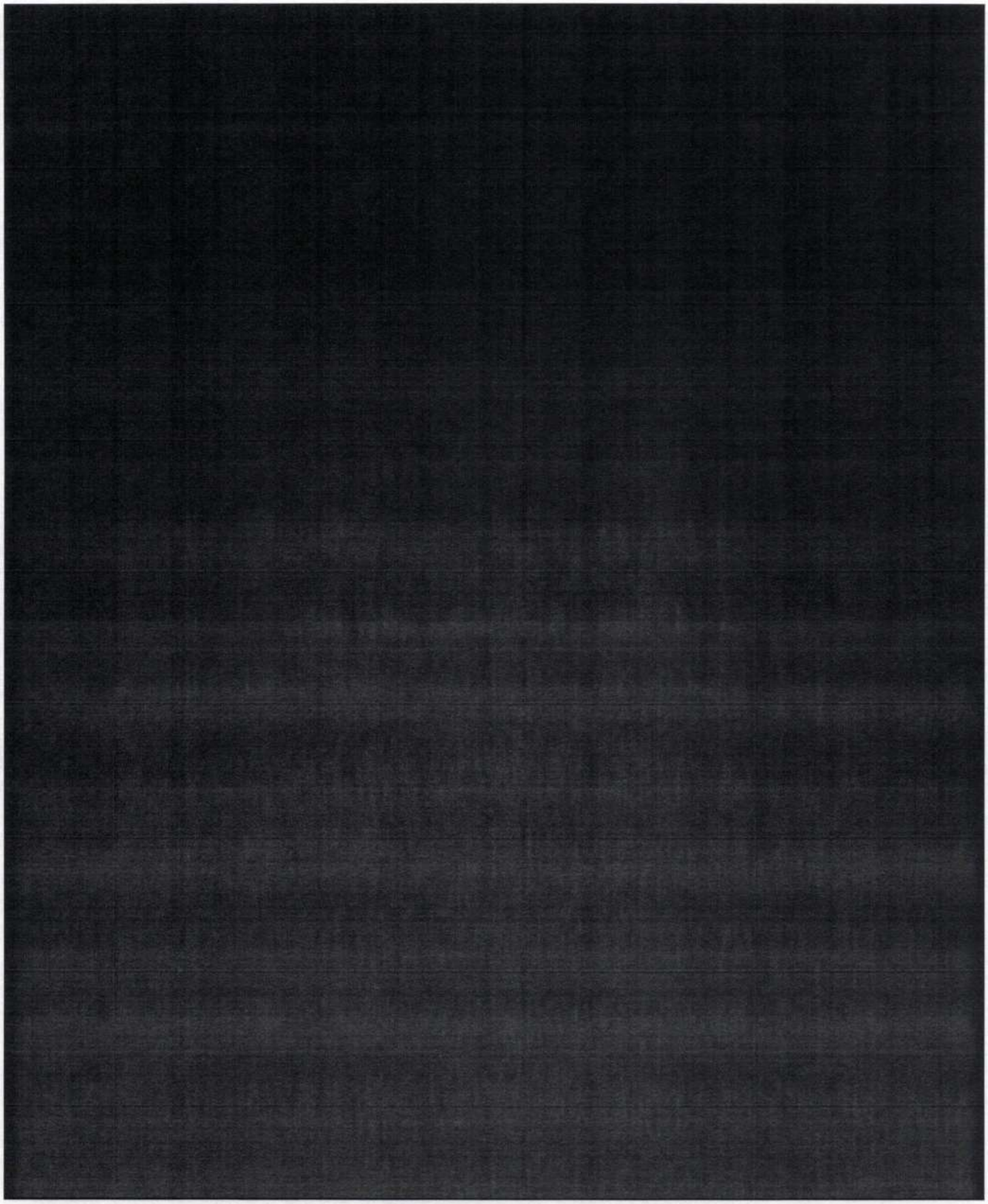
6.3.5.2 Anhang zum Kapitel 6.3.2.1: Kreislaufentlastung (Angaben gemäß Fa. ThyssenKrupp Industrial Solutions)

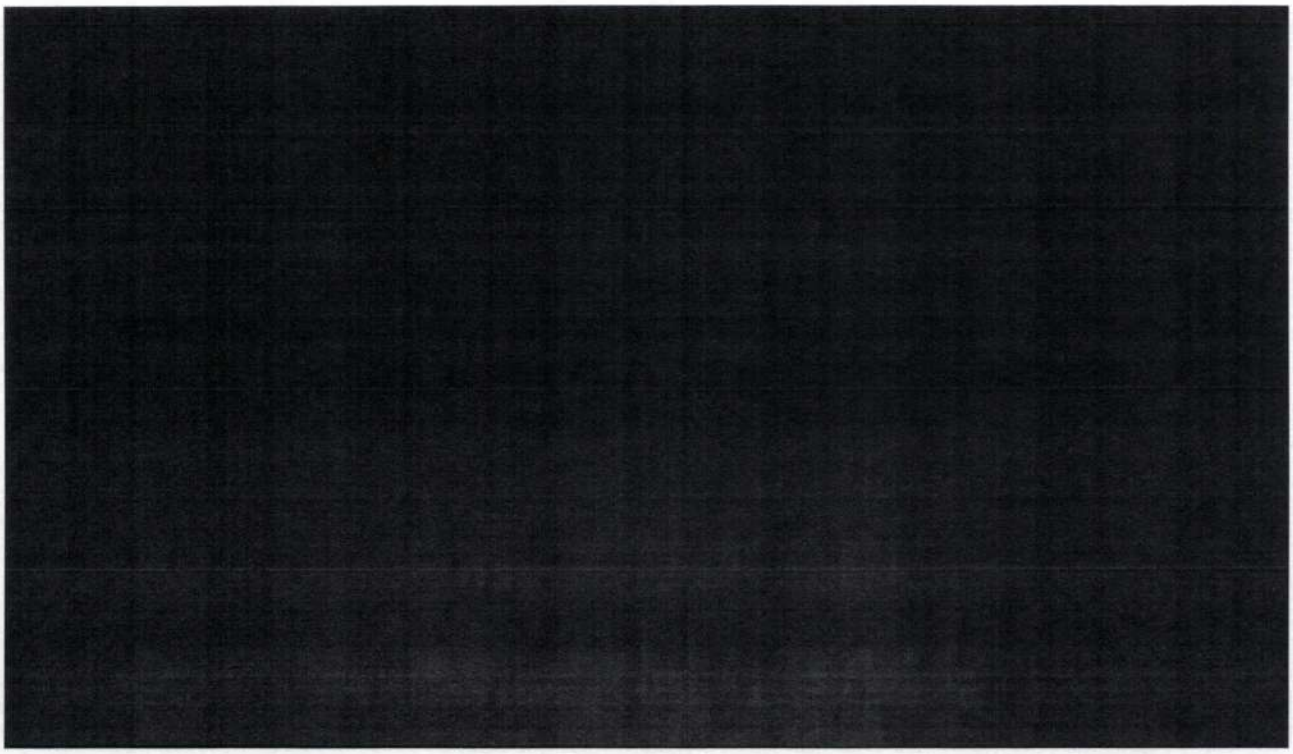


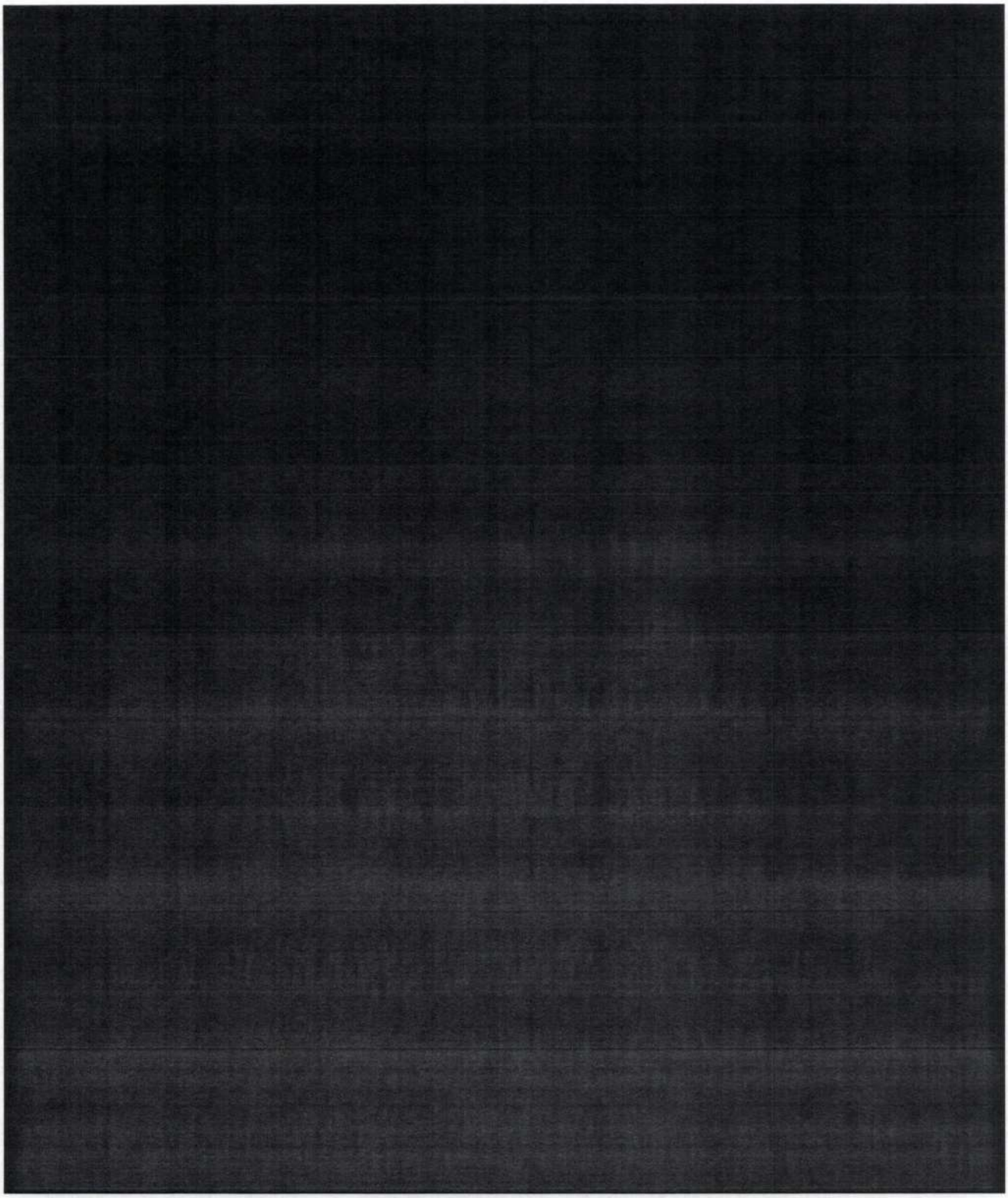


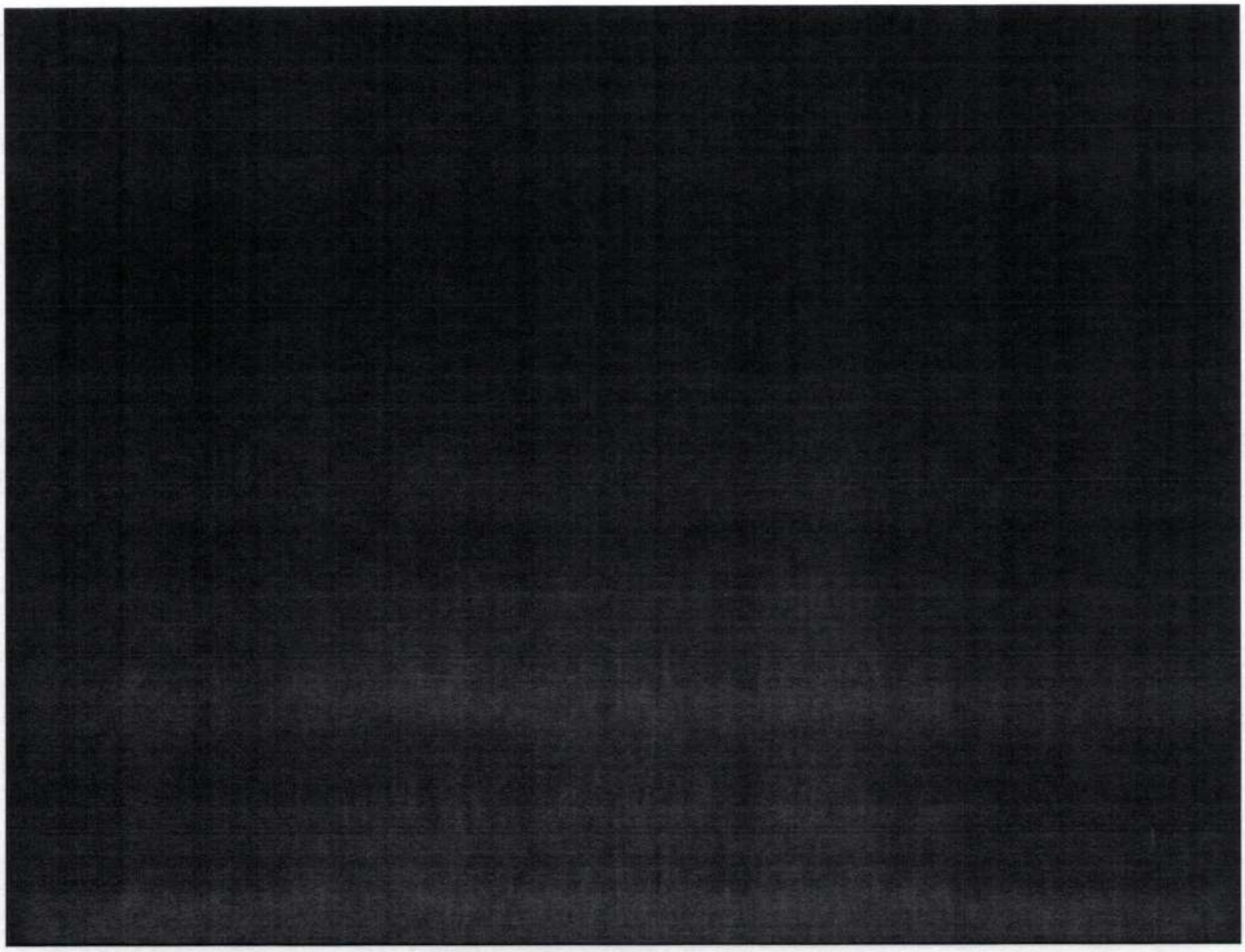


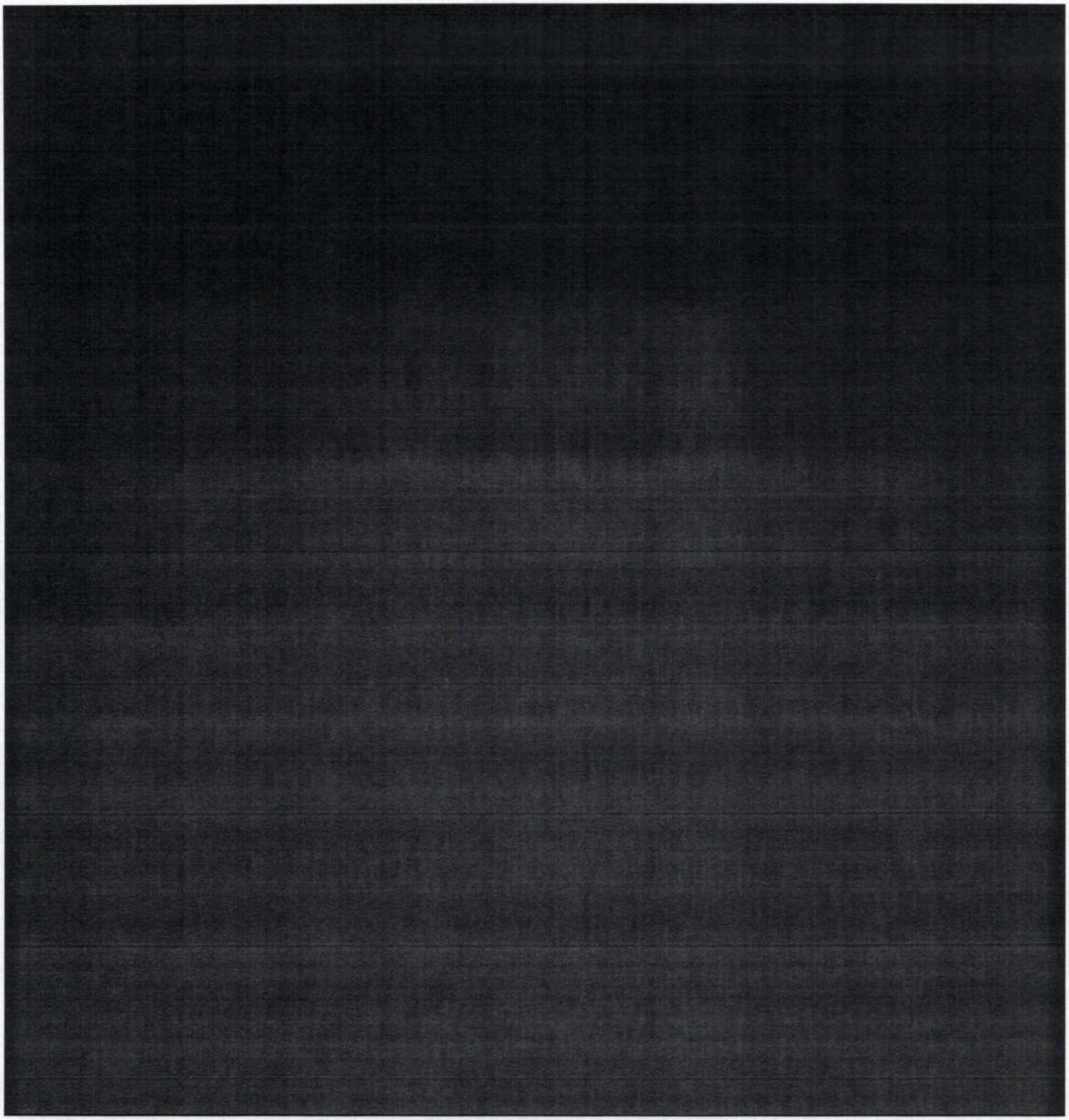


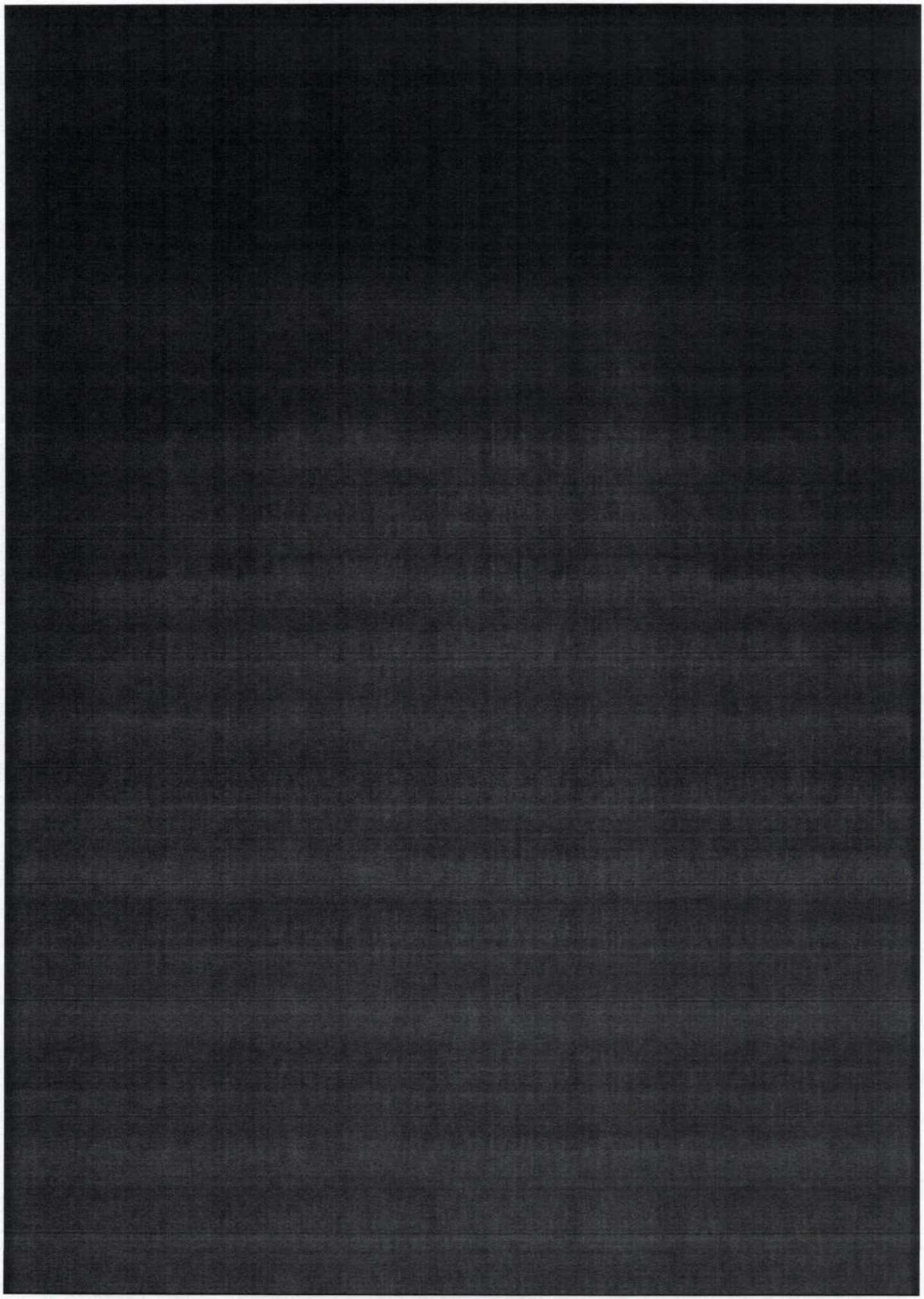


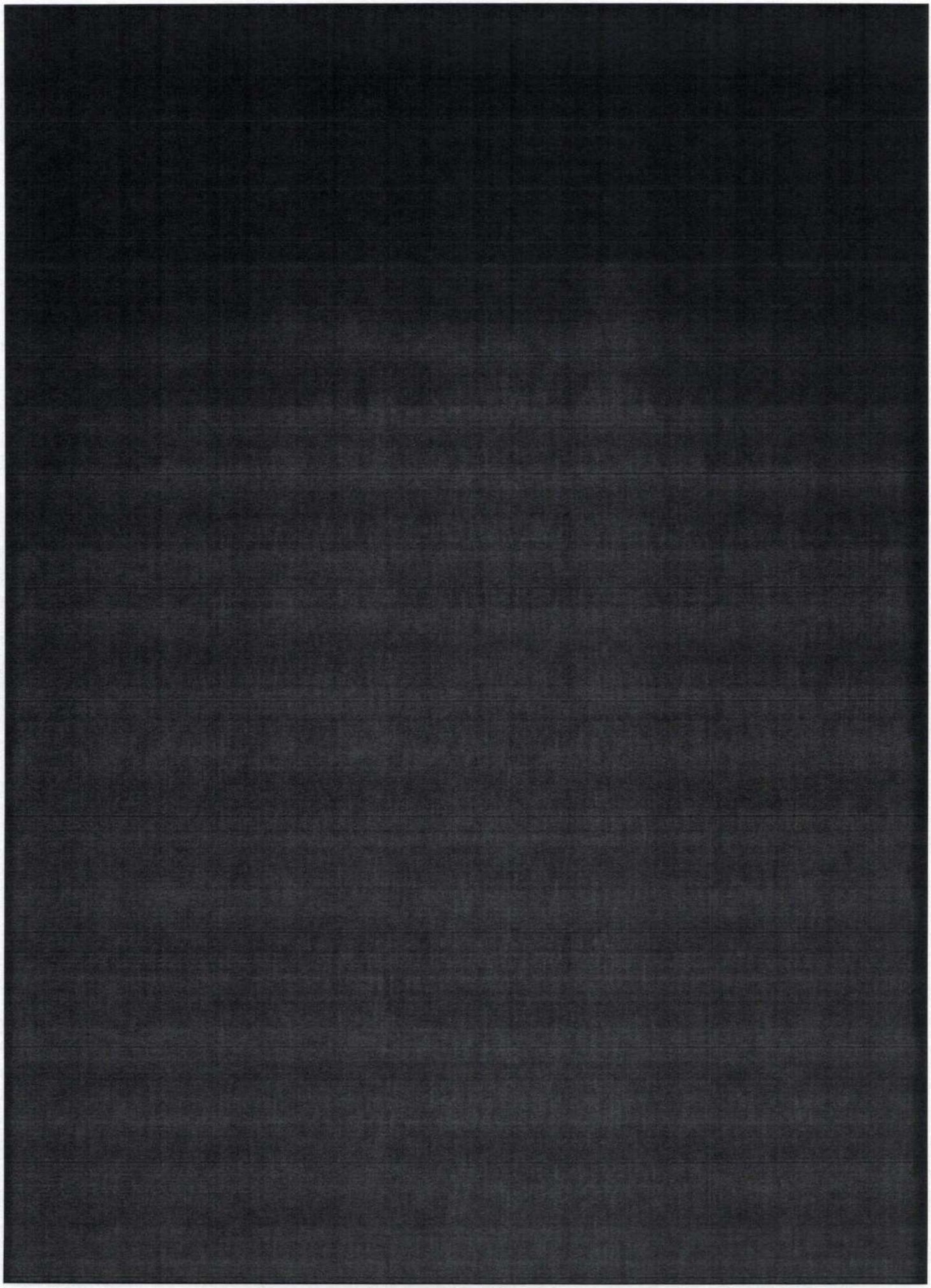


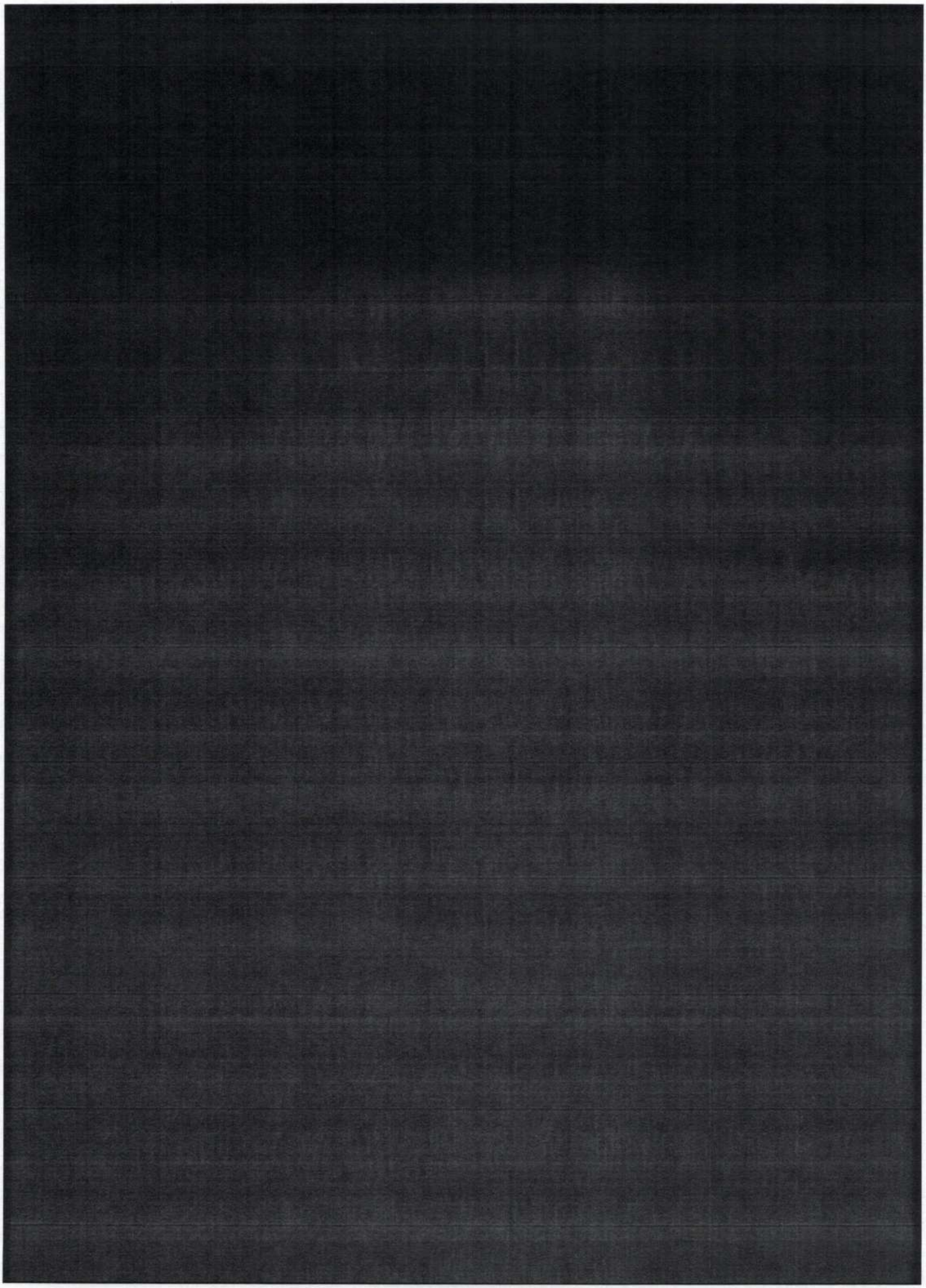


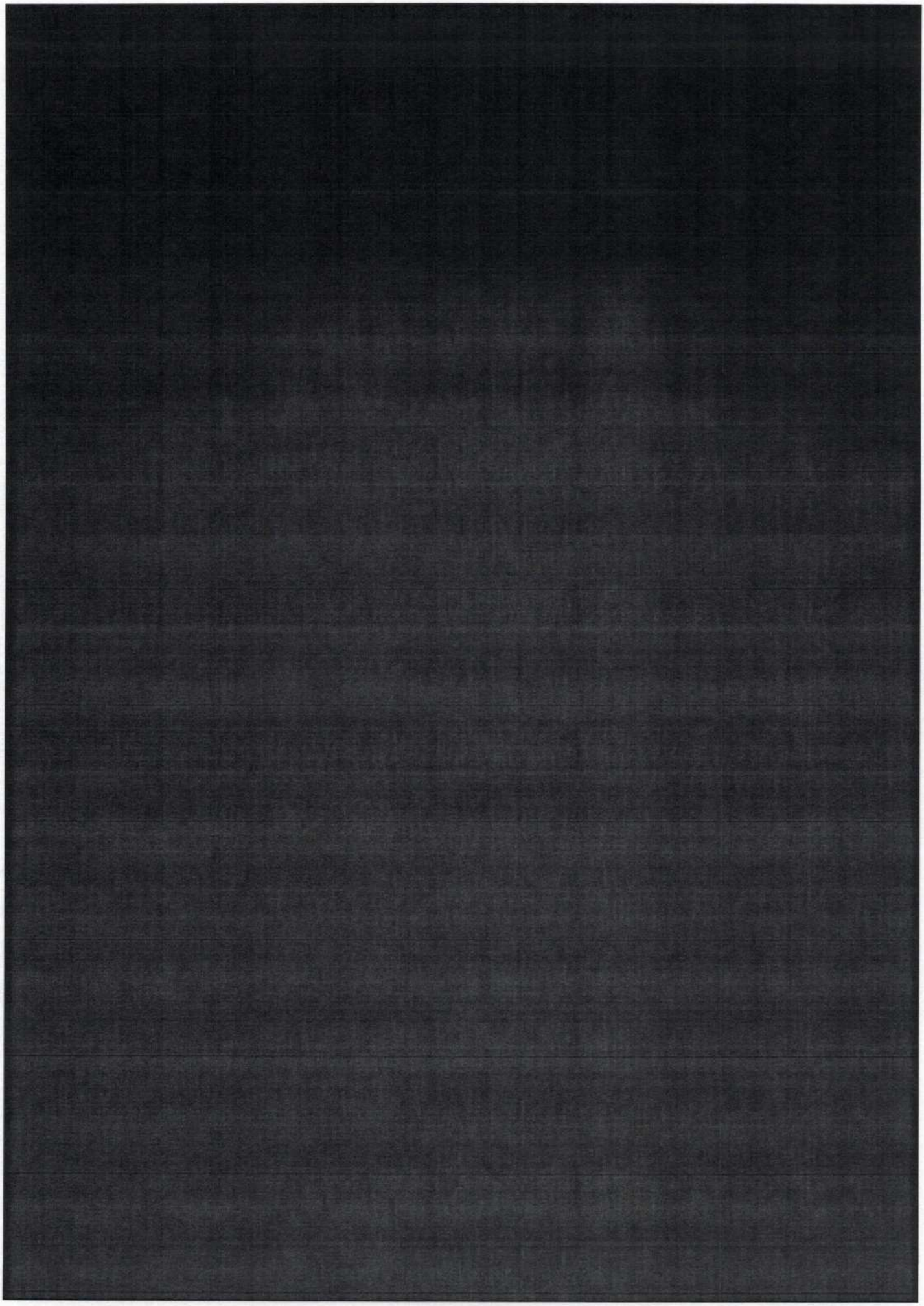


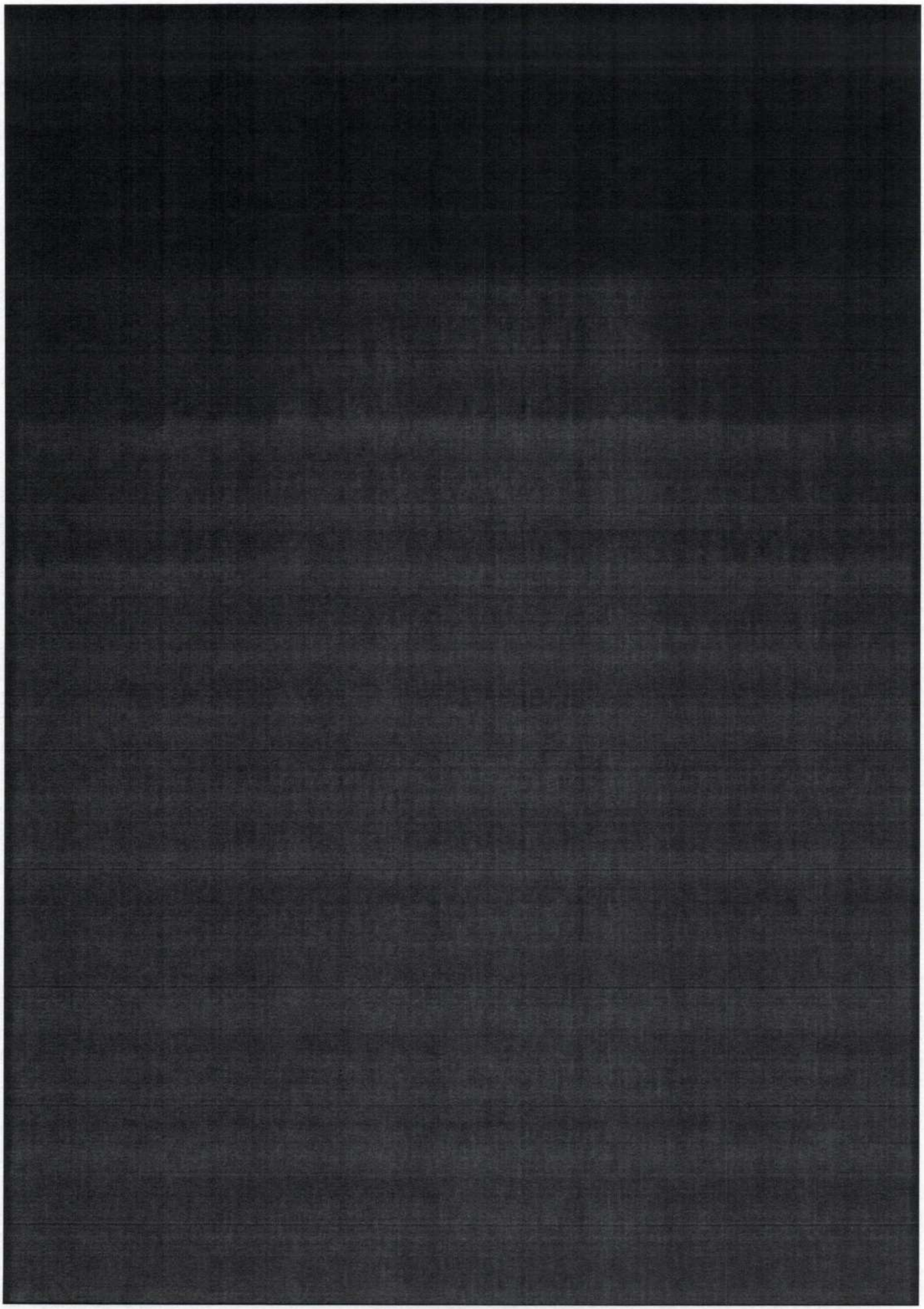


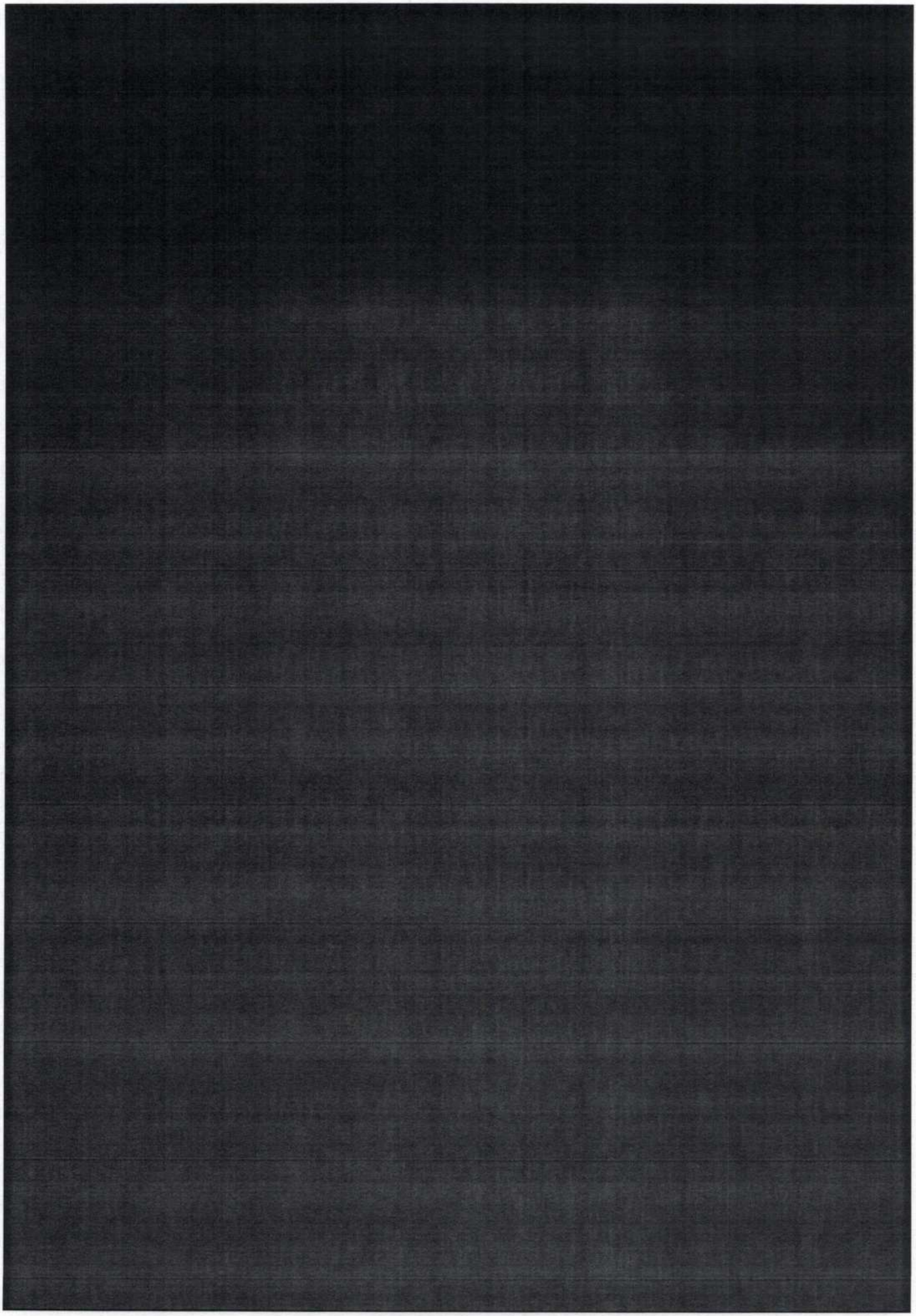


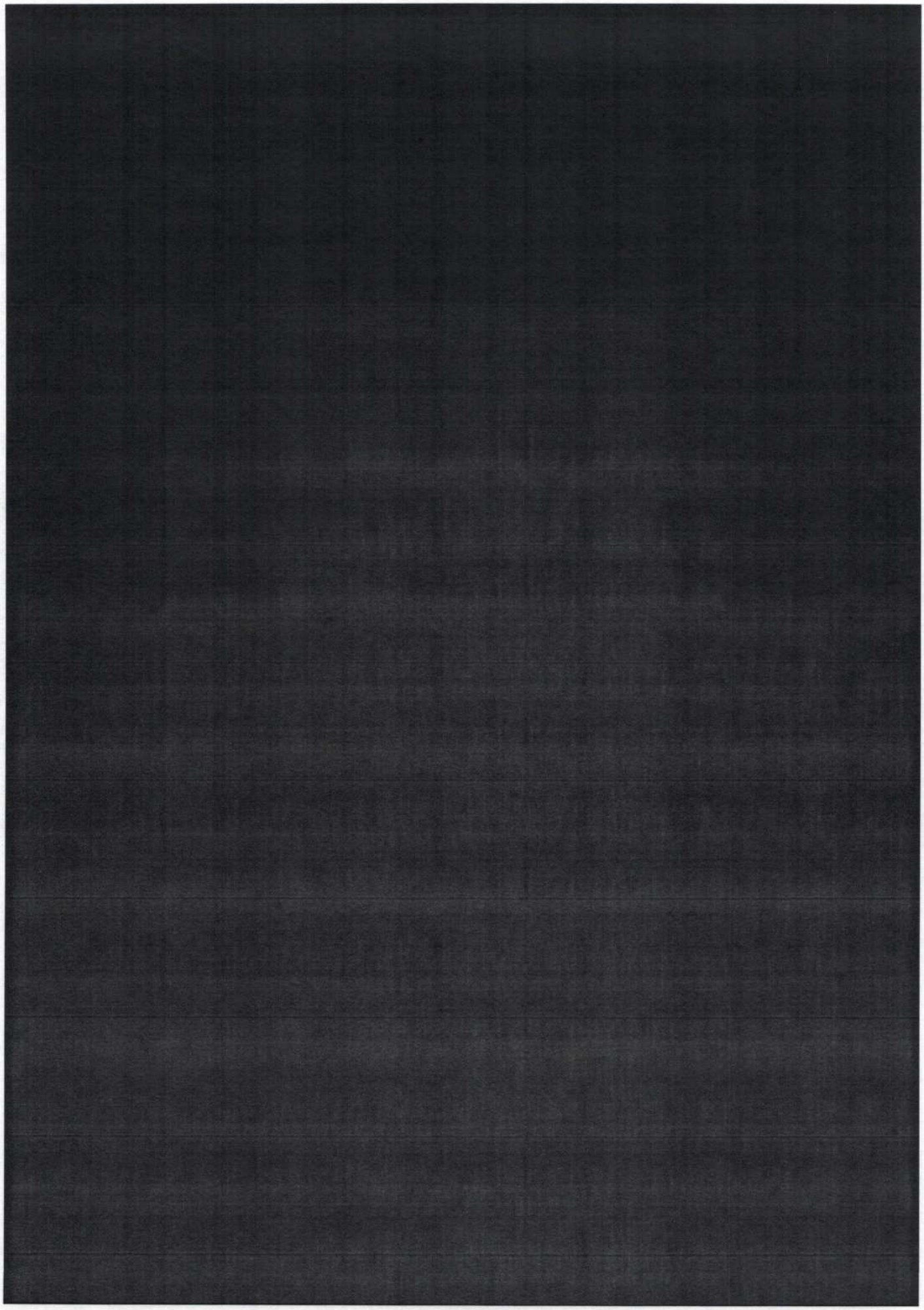


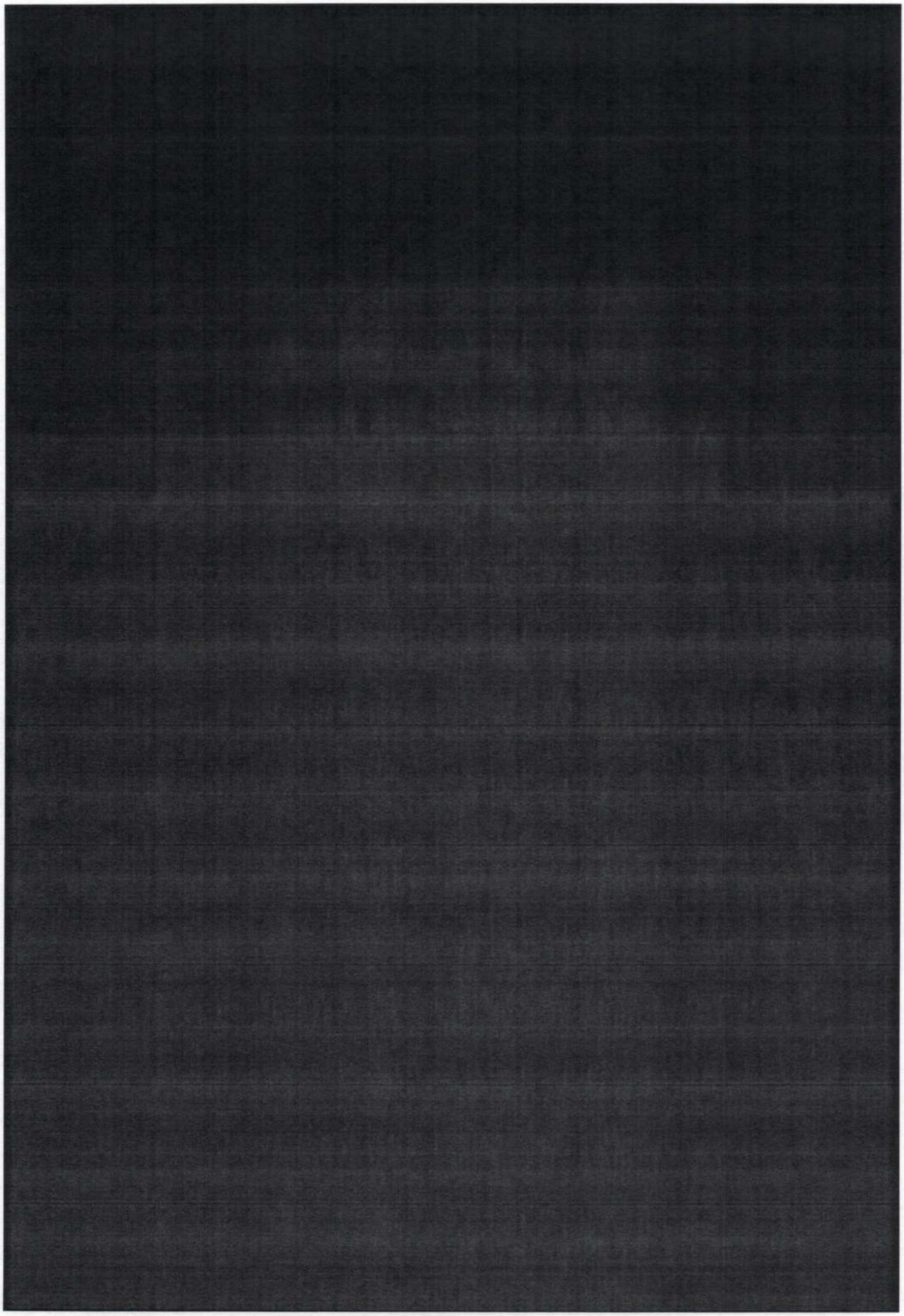


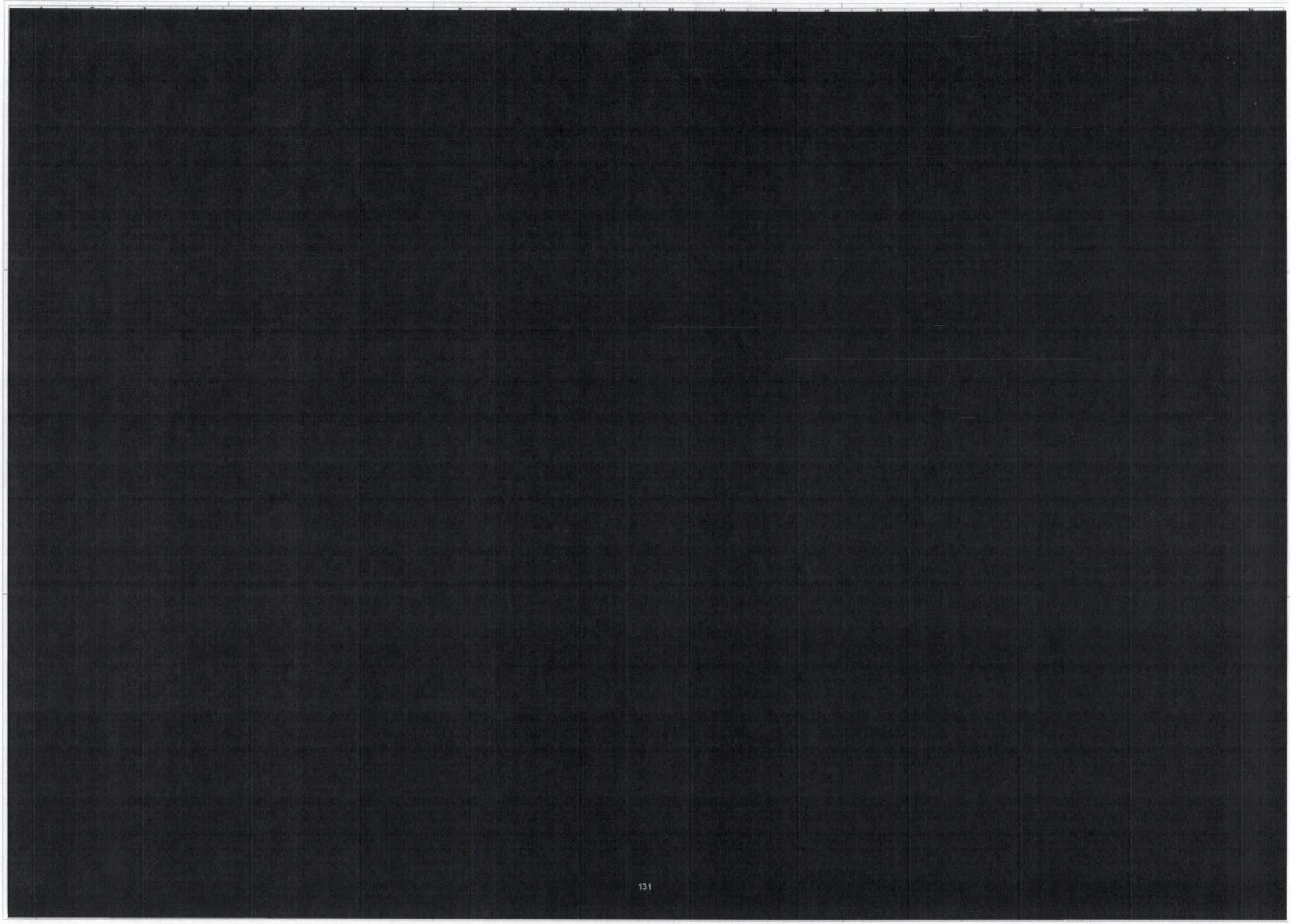


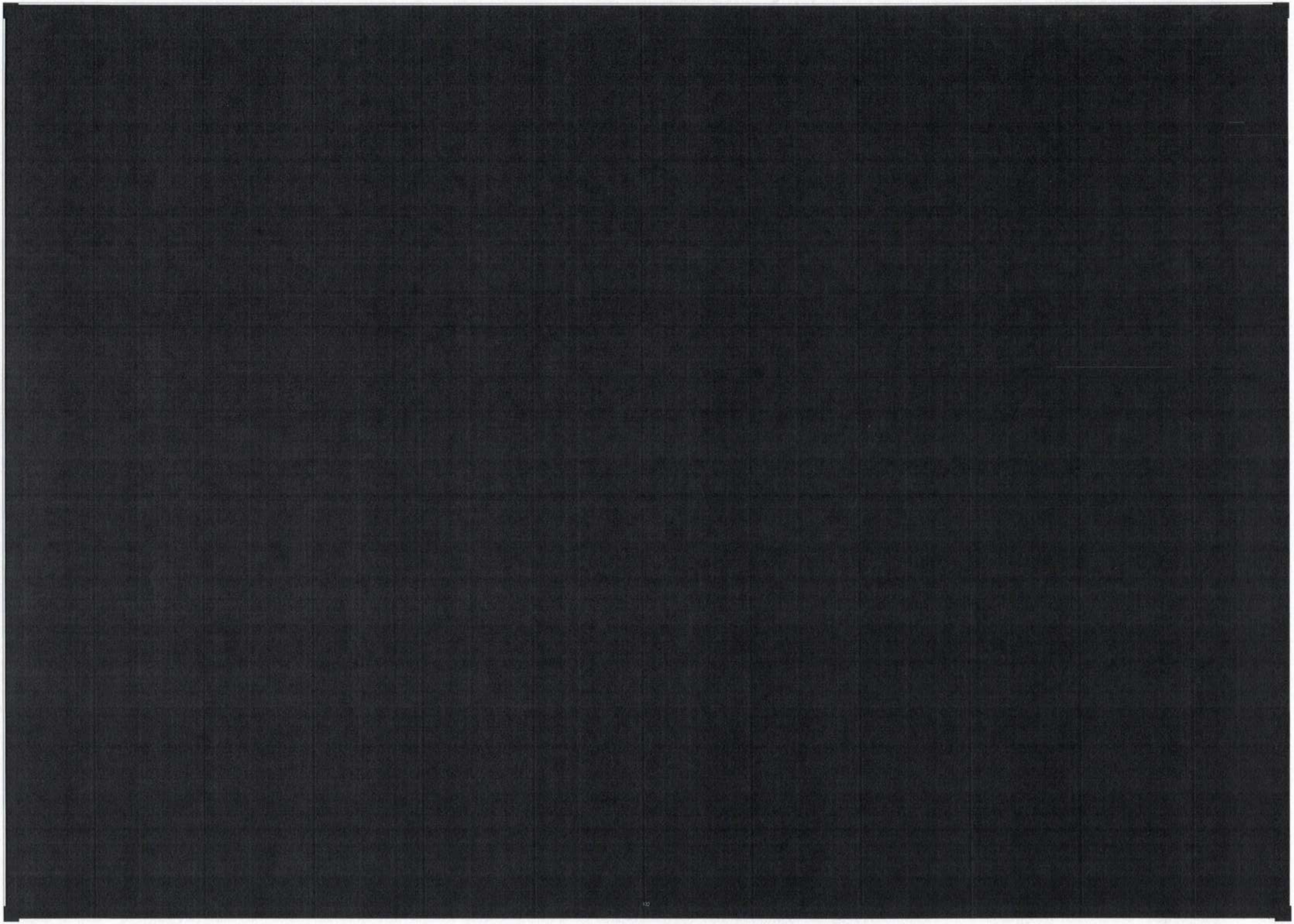


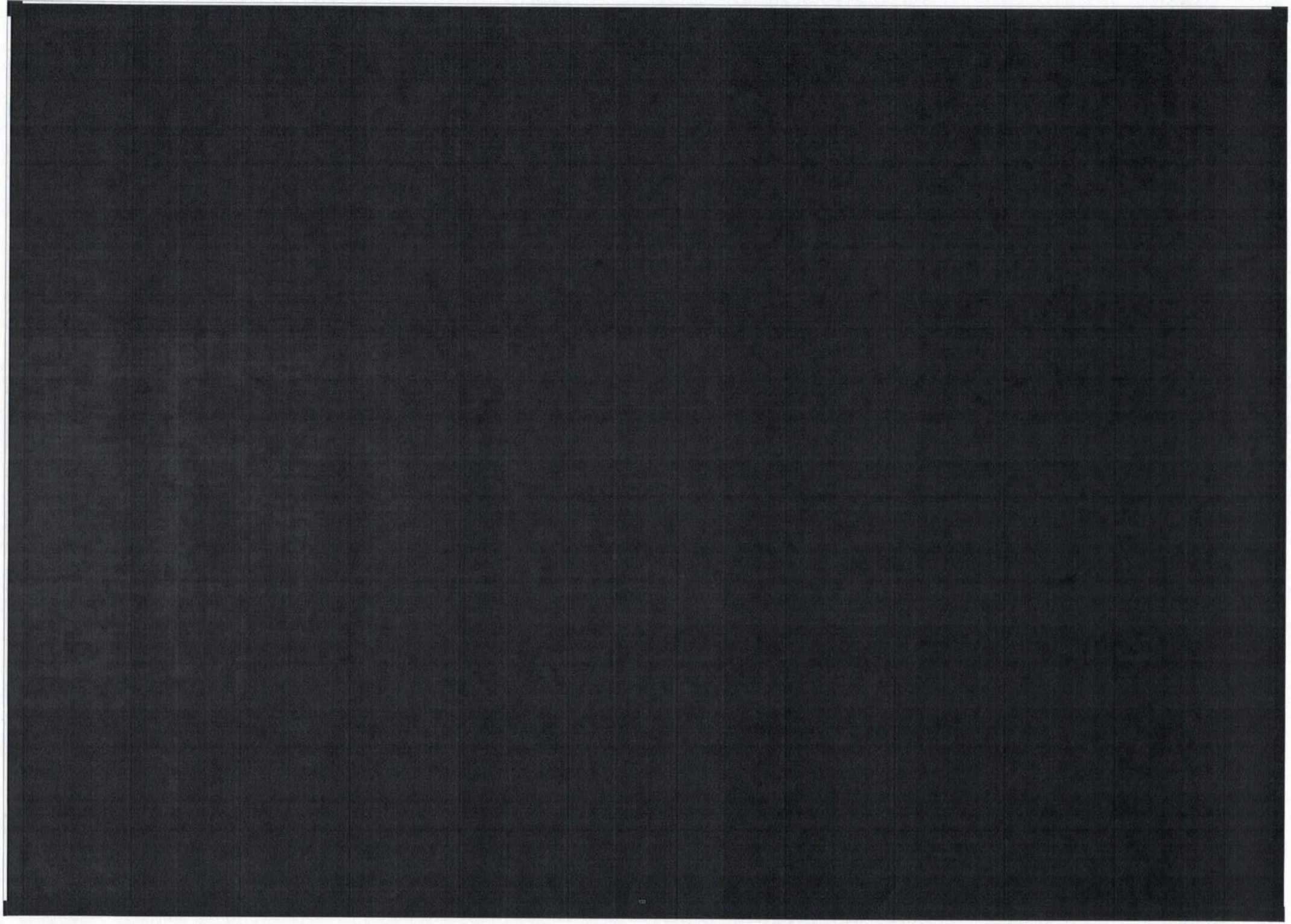




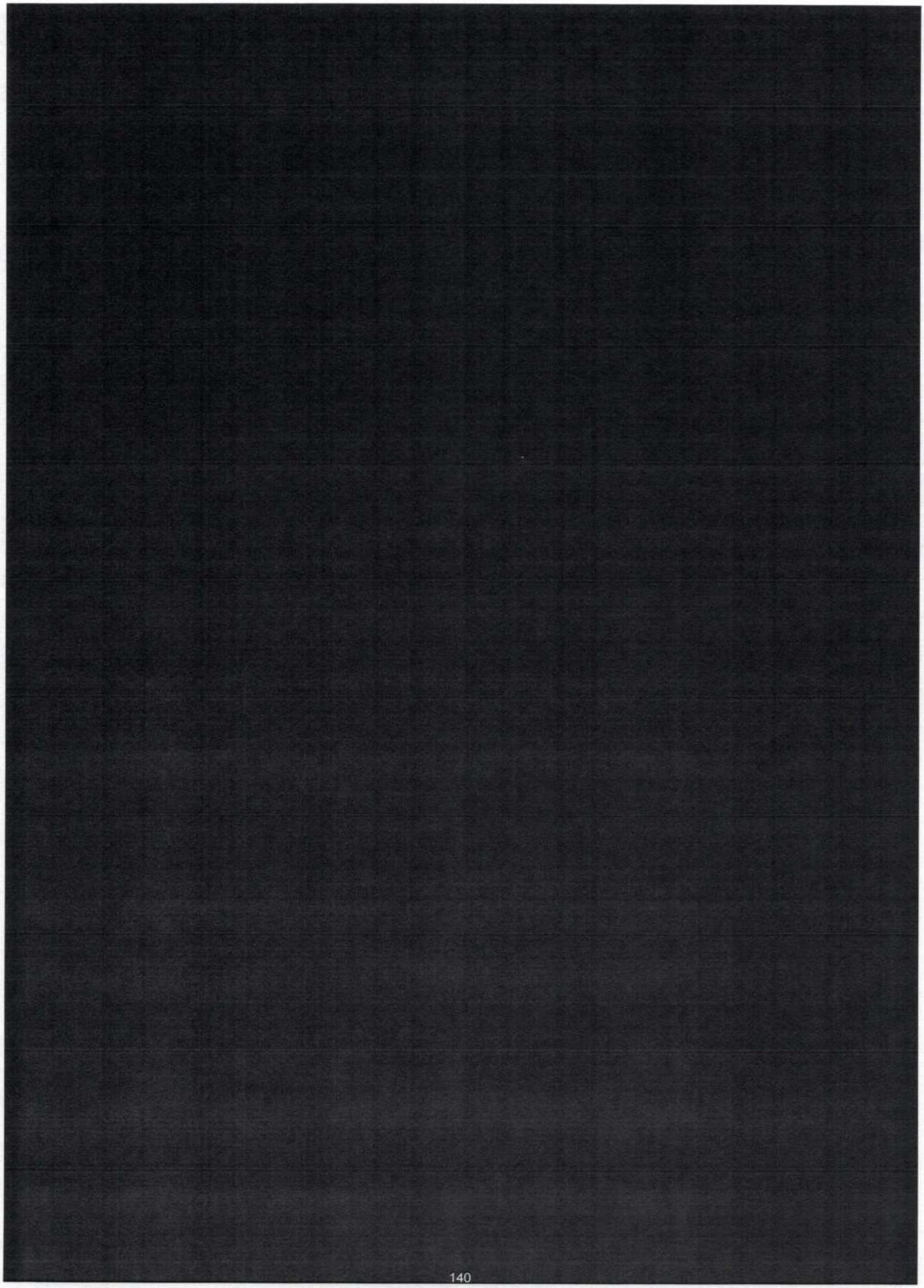


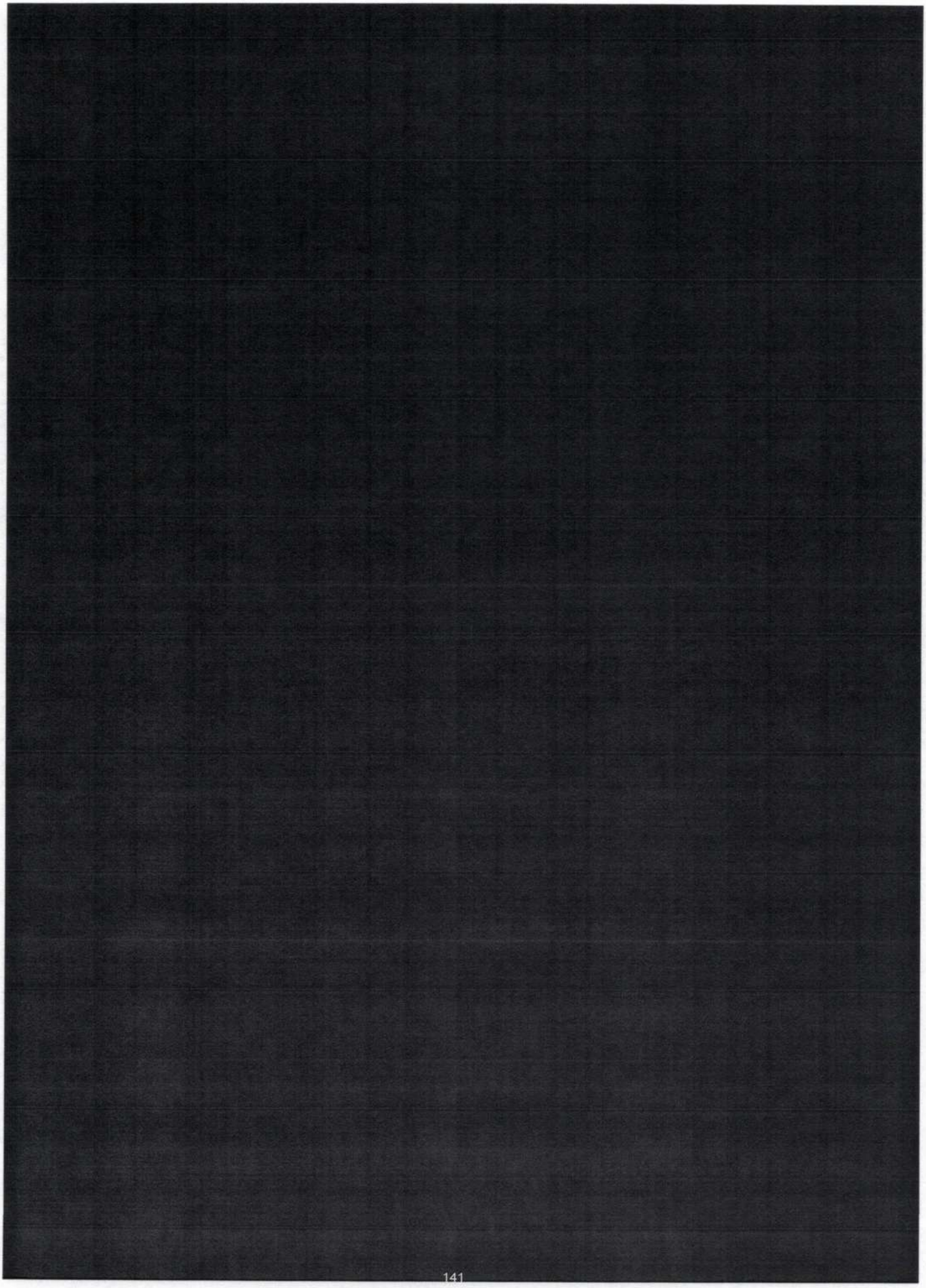


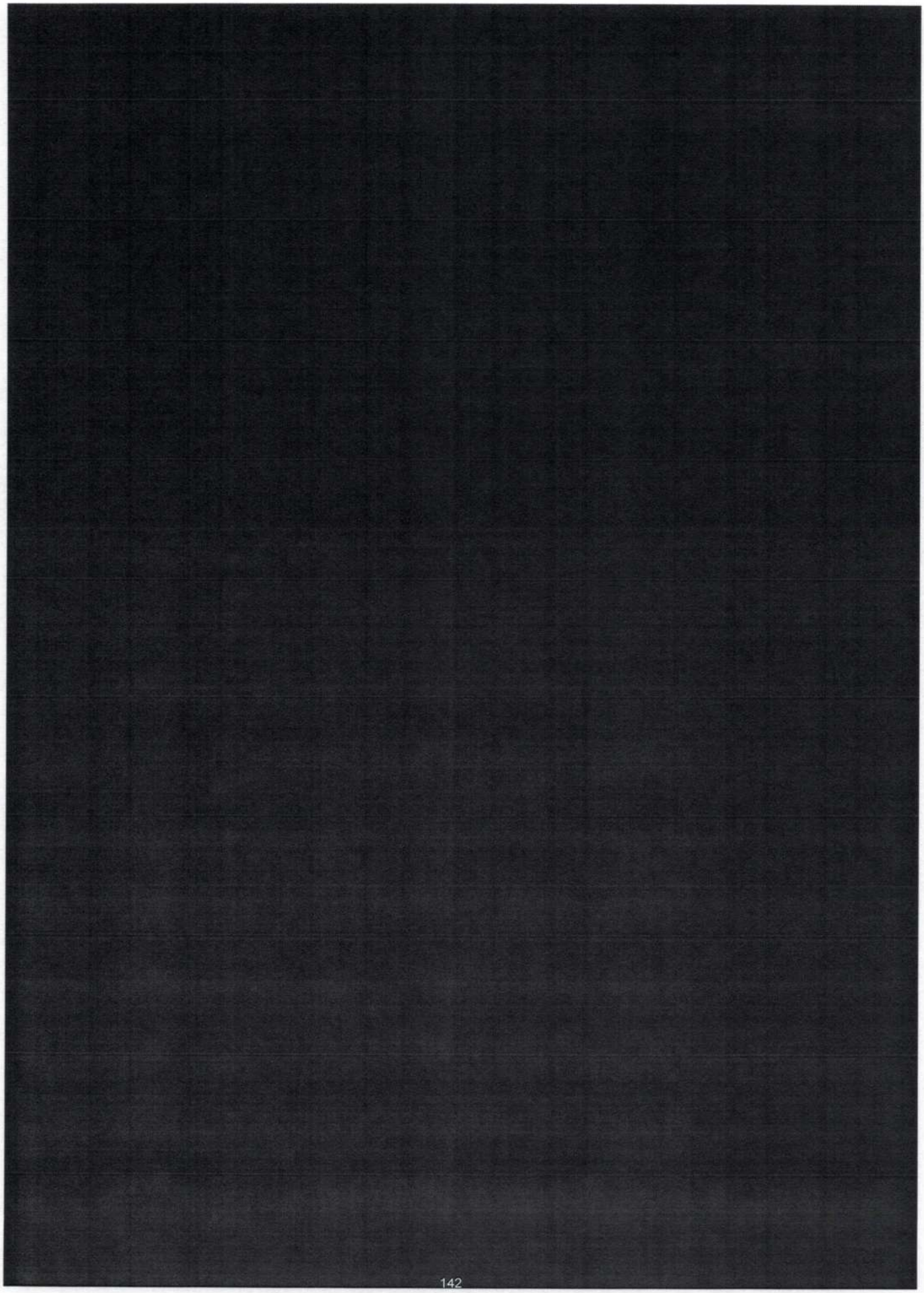


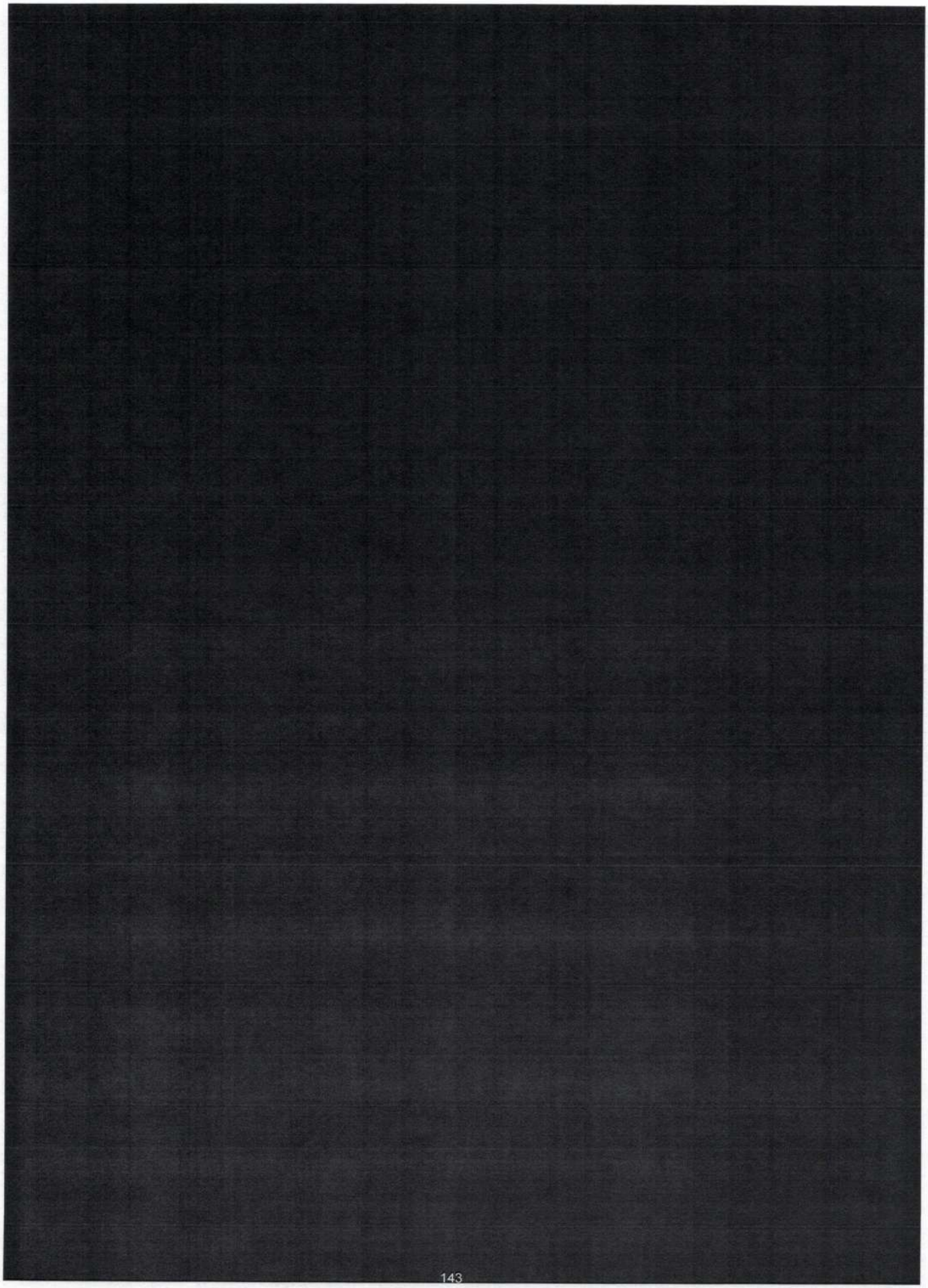


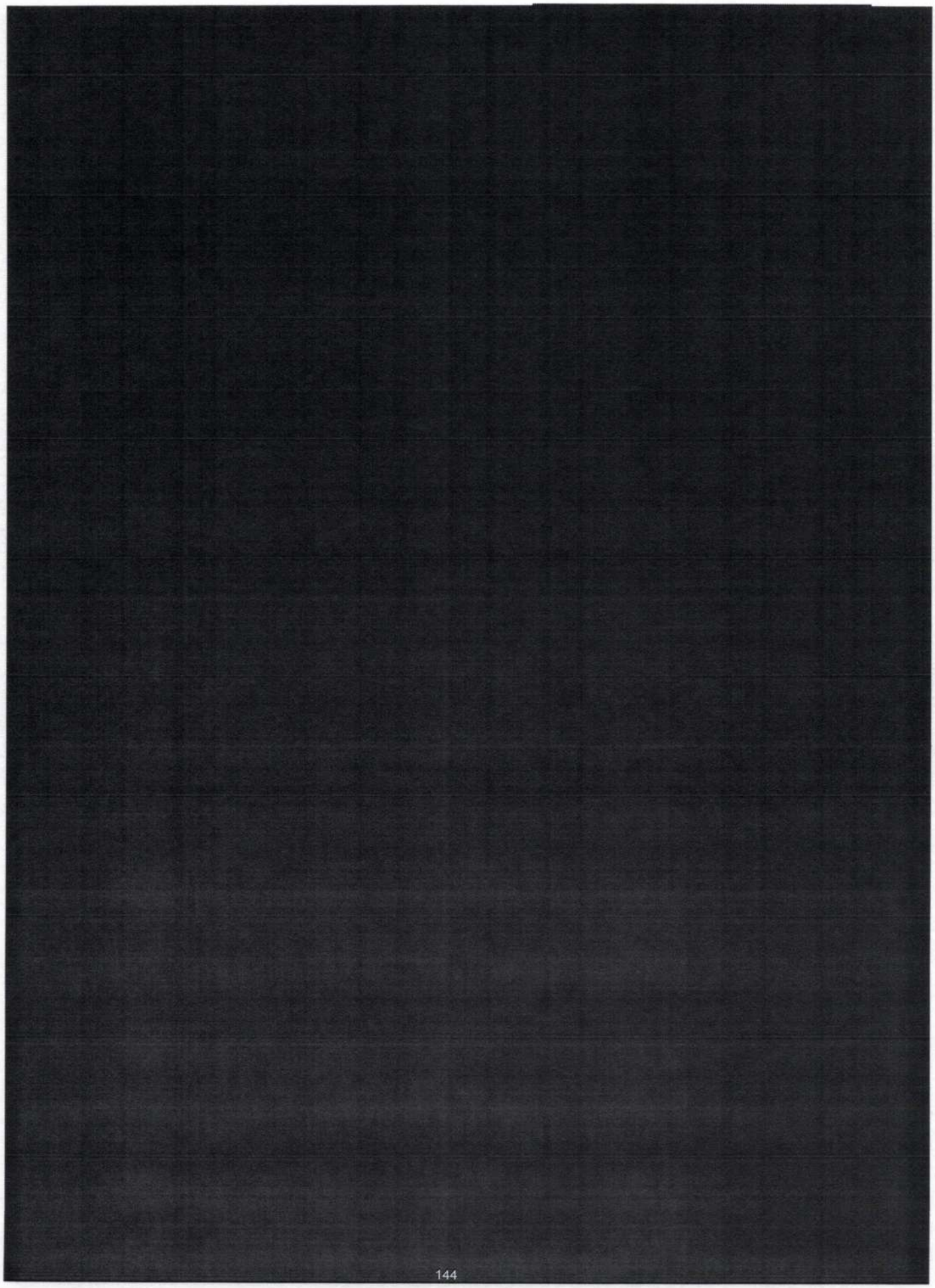
6.3.5.3 Anhang zum Kapitel 6.3.2.3: Walking-Floor-Anlage

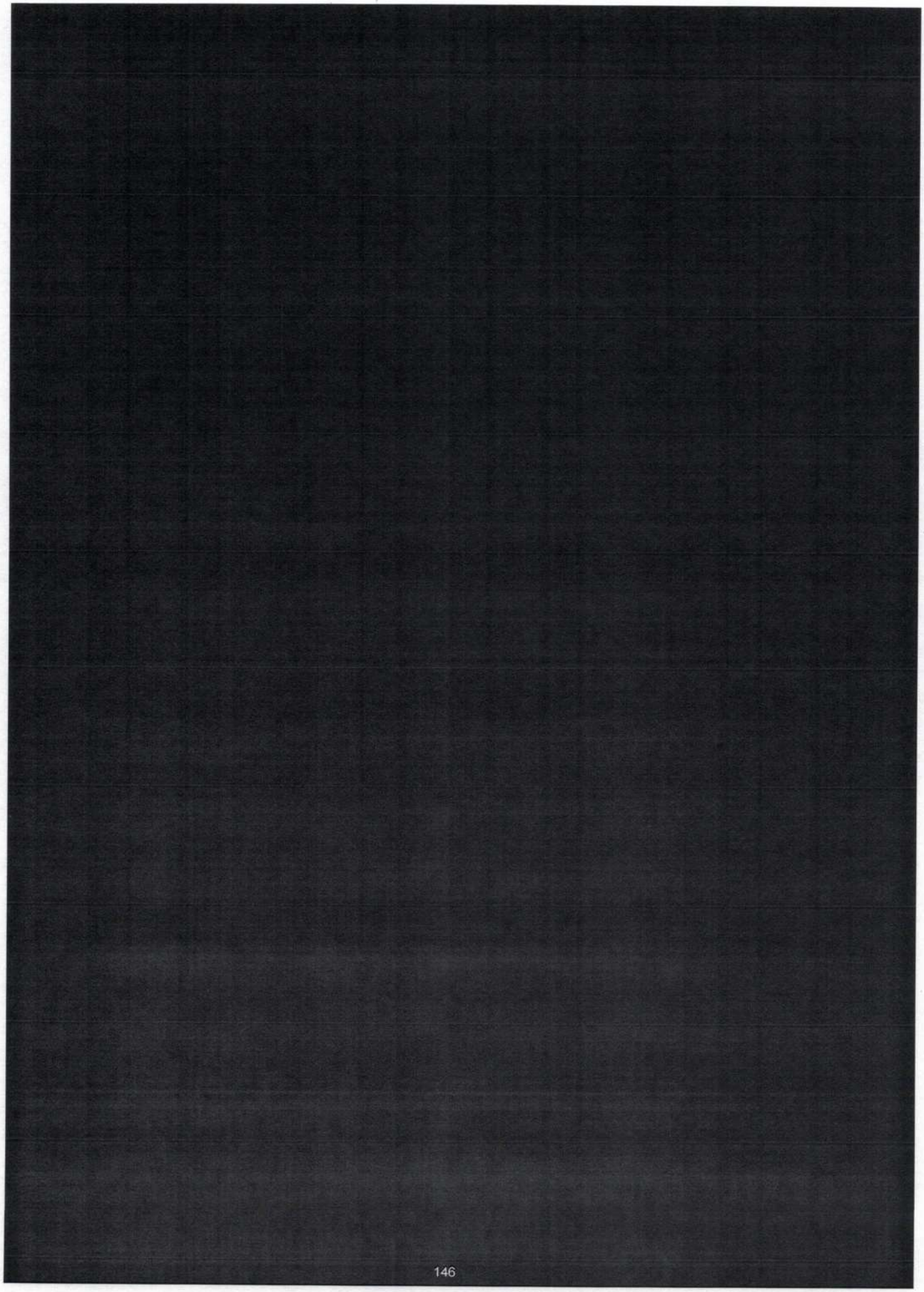












6.3.5.4 Anhang zum Kapitel 6.3.4.5: Fachbeitrag des FEhS

Ökologische Eigenschaften von Hochofenzement

Lebenswegphase Nutzung: Auslaugung und Radioaktivität

von Andreas Ehrenberg, Ruth Bialucha und Jürgen Geiseler, Duisburg

1 Baustoffe und Umweltschutz

Das deutsche Bauproduktengesetz aus dem Jahr 1992 [1] formuliert im Paragraphen 5, Absatz 1, allgemein: *„Ein Bauprodukt ist brauchbar, wenn es .... gebrauchstauglich ist und die wesentlichen Anforderungen der mechanischen Festigkeit und der Standsicherheit, ..., der Hygiene, Gesundheit und des Umweltschutzes, ... sowie der Energieeinsparung und des Wärmeschutzes erfüllt".*

Eine Möglichkeit, die Umweltrelevanz eines Baustoffs umfassend zu ermitteln, liegt in der Erarbeitung einer „Ökobilanz". Betrachtet man die Produktionsphase eines Baustoffs, beispielsweise von Zement, so stehen bei der Beurteilung der ökologischen Eigenschaften der Energiebedarf und die Emissionslast im Vordergrund. Betrachtet man die in zeitlicher Hinsicht dominierende Nutzungsphase der unter Verwendung von Zement hergestellten Baustoffe Mörtel und Beton sowie die der daraus hergestellten Bauteile, so steht ihre mögliche Einwirkung auf die Umwelt durch die Freisetzung von Schadstoffen im Vordergrund.

Die wachsende Bedeutung ökologischer Aspekte bei der Herstellung, Auswahl und Nutzung von Baustoffen zeigt sich inzwischen an zahlreichen Publikationen, in denen neben objektiven und nachprüfbaren Fakten teilweise auch wissenschaftlich weniger begründbare Empfehlungen enthalten sind [z.B. 2, 3].

Zur Zeit wird ein „Leitfaden zum ökologischen, wirtschaftlichen und gesunden Bauen (Öko-Leitfaden)" durch das Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau erarbeitet. Dieser Leitfaden soll ökologische und ökonomische Ansätze bei öffentlichen Baumaßnahmen verbinden, um die Gesamtwirtschaftlichkeit von Gebäuden zu optimieren. Der Leitfaden befaßt sich außer mit den Baustoffen mit Energiesparmöglichkeiten, dem Gebäudebetrieb sowie mit entstehenden Abfällen [4]. Damit werden unter anderem Vorstellungen des Umweltbundesamtes berücksichtigt, das eine ganzheitliche Betrachtung der Baustoffe unter Verzahnung ökologischer, planerischer und konstruktiver Gesichtspunkte verlangt [5].

In einer früheren Veröffentlichung wurden die Grundzüge der Ökobilanzierung und die ökologischen Aspekte von Hochofenzement in der Produktionsphase erläutert [6]. Im folgenden steht das Verhalten von Hochofenzement bzw. der damit hergestellten Mörtel und Betone während der Nutzungsphase bezüglich zweier häufig diskutierter Fragen [7] im Mittelpunkt der Betrachtungen: Das Auslaugverhalten und die radioaktive Belastung.

2 Lebenswegphase Nutzung

Die Nutzung eines Bauwerks kann unmittelbar Einfluß auf den Menschen und die Schutzgüter Wasser, Boden, Luft nehmen. Das Grundlagendokument Nr. 3 zur europäischen Bauproduktenrichtlinie bildet die Grundlage für die harmonisierte europäische Normung im Bereich Hygiene, Gesundheit und Umweltschutz. Dieses Dokument fordert mit Blick auf die Gefährdung der „äußeren Umwelt", daß *„Bauprodukte keine Schadstoffe und Abfallströme freisetzen dürfen, die in die Umwelt gelangen, deren Qualität verändern und dadurch die Gesundheit von Menschen, Tieren und Pflanzen sowie das Gleichgewicht der Ökosysteme gefährden können".* Dazu ist die Erstellung technischer Regelungen für die *„Freisetzung von Schadstoffen in Außenluft, Boden und Wasser"* vorgesehen, *„wobei erforderlichenfalls die Schadstoffkonzentrationen im Produkt zu berücksichtigen sind"* [8].

Die Beeinflussung der Umwelt kann durch die Freisetzung von Schadstoffen über die Auslaugung bestimmter Inhaltsstoffe, die Emission von Gasen oder auch durch radioaktive Strahlung stattfinden. Dabei werden dem Baustoff Zement immer wieder umwelt- und gesundheitsgefährdende Eigenschaften unterstellt.

Bei der Bewertung von Zement in seiner Nutzungsphase ist zu beachten, daß dieser Baustoff keinen Selbstzweck darstellt, sondern in Form von Mörtel und Beton in einem Bauwerk zum Einsatz kommt [9]. So sollten auch die Untersuchungen zur Umweltverträglichkeit *prinzipiell* an Bauwerken vorgenommen werden. Wenn im folgenden dennoch vor allem über Untersuchungen an Laborprobekörpern berichtet wird, so beruht das auf der Tatsache, daß Untersuchungen beispielsweise zum Auslaugverhalten *in der Praxis* nur an Laborprobekörpern möglich sind.

3 Auslaugung zementgebundener Baustoffe

Um das „Gefährdungspotential", das durch die Einwirkung von Wasser auf Mörtel und Beton bestehen könnte, abzuschätzen und zu bewerten, gibt es verschiedene Betrachtungsweisen.

3.1 Potentieller Schadstoffgehalt

Bei der Beurteilung eines Baustoffs anhand seiner chemischen Feststoffanalyse wird ein mögliches Risiko aufgrund des *Gesamtgehalts* an umweltge-

fährdenden Stoffen abgeschätzt. Dieser analytisch relativ leicht zu bestimmende Gesamtgehalt kann gegebenenfalls mit Konzentrationen entsprechender Schadstoffe in „natürlichen" Materialien (Gesteinen, Böden usw.) oder mit „Grenzwerten" verglichen werden. Diese Betrachtungsweise vernachlässigt allerdings zum einen die Tatsache, daß „natürliche" Stoffe gelegentlich höhere Gesamtgehalte an umweltgefährdenden Inhaltsstoffen enthalten können als Baustoffe, die technisch aus Primär- oder Sekundärrohstoffen erzeugt werden. Zum anderen läßt dieser Ansatz die Bindungsform der jeweiligen Elemente außer acht. So resultiert der meist geringe Einfluß „natürlicher" Baustoffe auf die Umwelt aus der stabilen Bindung der in diesen Stoffen enthaltenen Elemente. Diese Bindung verhindert, daß Regen und weitere Umwelteinflüsse den „natürlichen" Baustoff im Laufe der Zeit stärker angreifen und umweltgefährdende Inhaltsstoffe freisetzen. Der Bindungsform dieser Inhaltsstoffe kommt daher bei der Beurteilung der Umweltverträglichkeit von Baustoffen große Bedeutung zu. Sie wird aber bei der chemischen Bestimmung der Gesamtgehalte eines Feststoffs nicht erfaßt. Werden beispielsweise schadstoffhaltige Materialien mit Bindemitteln eingebunden [10, 11, 12, 13, 14], so erfolgt -bezogen auf den Ausgangszustand der Bindemittel- eine deutliche Anhebung der Schadstoffgehalte im Feststoff. Allerdings wird die *Verfügbarkeit* dieser Schadstoffe, d.h. die Möglichkeit, daß diese Schadstoffe in die Umwelt gelangen, durch die Umhüllung durch ein dichtes Zementsteingefüge sowie chemische Bindungs- und Adsorptionsvorgänge im Vergleich zum schadstoffhaltigen Ausgangsmaterial in beträchtlicher Weise eingeschränkt und damit auch die potentielle Gefährdung der Umwelt („Immobilisierung").

Das Konzept der alleinigen Betrachtung der potentiellen Schadstoffgehalte ist zwar einfach umsetzbar, muß aber zu einer sehr restriktiven Nutzung sowohl natürlicher als auch technisch erzeugter Baustoffe führen. Insbesondere im Hinblick auf die angestrebte Verwirklichung einer intensiveren Kreislaufwirtschaft mit dem Ziel der Schonung natürlicher Ressourcen [15, 16] wirkt eine solche Betrachtungsweise demnach kontraproduktiv.

3.2 Verfügbarer Schadstoffgehalt

Wegen der Unzulänglichkeiten der vorgenannten Betrachtungsweise wird inzwischen ein anderes, sachgerechteres Kriterium zugrunde gelegt. Dieses zielt auf eine individuelle Charakterisierung eines Baustoffs und die Ermittlung seiner Wechselwirkung mit der Umgebung ab, die sich durch die *Freisetzung* seiner Inhaltsstoffe unter bestimmten Randbedingungen ergeben kann [12, 17, 18].

3.3 Auslaugmechanismus und Prüfverfahren

3.3.1 Auslaugmechanismus

Die treibende Kraft für den Stofftransport aus einem Baustoff in das umgebende Medium beruht auf dem Konzentrationsgefälle zwischen der Kapillarporenlösung im Baustoff und diesem Medium. Sieht man von einem anfänglichen „Abwascheffekt" der an der Baustoffoberfläche adsorbierten und daher sofort löslichen Teilchen ab, kann der Auslaugvorgang zementgebundener Baustoffe als ein durch die thermische Bewegung der Moleküle verursachter, langsamer und diffusionsgesteuerter Ausgleichsprozeß mittels der Fickschen Gesetze beschrieben werden. Ist der Baustoff einem lösenden Angriff, z.B. durch Kohlensäure, ausgesetzt, kann zusätzlich eine kontinuierliche Auflösung der Matrix erfolgen. Das erste Ficksche Gesetz beschreibt bekanntermaßen den Teilchentransport durch einen bestimmten Querschnitt infolge eines stationären Konzentrationsgradienten; das zweite Ficksche Gesetz beschreibt die zeitliche Konzentrationsänderung an einer Stelle x, die sich aus diesem Teilchentransport ergibt. Dabei stellt der Diffusionskoeffizient D einen stoffspezifischen Proportionalfaktor dar, der sich in Abhängigkeit von der Teilchenbeweglichkeit, der Temperatur und auch der Konzentration ergibt. Durch die Einwirkung verschiedener physikalischer und chemischer Randbedingungen (z.B. Porosität und Einbindungsvermögen der Matrix), die Einfluß auf den Stofftransport nehmen, ergibt sich aus diesem für eine ungehinderte Diffusion gültigen Parameter ein kleinerer, effektiver Diffusionskoeffizient $D_{eff.}$. $D_{eff.}$ beträgt für hydraulische Bindemittel etwa 1/1000 des theoretischen Werts D und kann durch Messung der zeitabhängigen Konzentrationsänderungen und Bestimmung der Freisetzungsraten ermittelt werden. Die Größe des unter konkreten Randbedingungen aufwendig ermittelten Diffusionskoeffizienten kann beispielsweise als Beurteilungsgrundlage eines Baustoffs dienen. Der diffusionsgesteuerte Auslaugprozeß verläuft proportional zu $\sqrt{t}$, die Auslaugrate klingt im Laufe der Zeit sehr schnell ab [12, 17].

Bezogen auf die Wechselwirkung mit wäßrigen Medien ist zu unterscheiden zwischen der Auslaugrate (dem je Zeitintervall freisetzbaren Anteil des Schadstoffgehalts) und dem gesamten, über längere Zeiträume hinweg kumulierten Anteil auslaugbarer Bestandteile.

Es ist weiterhin zu unterscheiden zwischen der in der Praxis tatsächlich zu beobachtenden Auslaugbarkeit eines Baustoffs, die ggf. unter möglichst praxisnahen Bedingungen im Laborversuch ermittelt werden kann, und einer nur unter extremen Bedingungen auftretenden und in der Praxis nicht zu beobachtenden maximalen Auslaugbarkeit. Die Bestimmung dieser „Verfügbarkeit" durch Einstellung hoher pH-Werte des Eluenten, erhöhter Versuchstemperatur oder anderer extremer Randbedingungen kann zur Abschätzung der über längere Zeiträume theoretisch möglichen, kumulierten Auslaugmenge dienen [18]. Diese Zeitrafferversuche verringern zwar den ansonsten sehr hohen Zeitaufwand für die Laborversuche, sie können aber auch die Gehalte auslaugbarer Elemente auf solche Werte erhöhen, die ohne Veränderung der Umgebungsbedingungen gar nicht er-

reicht würden. Bei der Auslaugung von Mörteln und Betonen muß schließlich beachtet werden, daß das Zementsteingefüge meist so dicht ist, daß keine oder nur geringste Gehalte ausgelaugt werden können. Dies ist bei der Entwicklung aussagekräftiger Auslaugverfahren für Mörtel und Betone zu berücksichtigen [18, 19].

In *Bild 1* sind die vorstehend erläuterten Vorgänge in vereinfachter Form zusammengestellt. Im oberen Teil des Bilds wird anhand eines realen Beispiels (Zink-Auslaugung von Mörtel) die kumulierte ausgelaugte Menge, bezogen auf die untersuchte Feststoffmenge, in Abhängigkeit von der Zeit dargestellt. Nach dem durch den Abwascheffekt hervorgerufenen ersten Anstieg der ausgelaugten Stoffmenge erfolgt eine mit der Zeit deutlich verminderte Freisetzung. Dies wird im zunehmend langsameren Anstieg der Kurve erkennbar. Das Bild verdeutlicht darüber hinaus, daß die praxisnah im Labor ermittelte Auslaugung meist um Größenordnungen niedriger liegt als die maximal verfügbare Konzentration und in noch stärkerem Maße von dem im Feststoff vorhandenen Gesamtgehalt abweicht. Bei der Darstellung ist der logarithmische Maßstab der Ordinate zu berücksichtigen, der den Unterschied zwischen dem Feststoffgehalt und der maximal verfügbaren Konzentration im Eluat zunächst nur scheinbar klein erscheinen läßt.

Im unteren Teil des Bilds ist die Auslaugrate, also die in einer bestimmten Zeiteinheit aus einer bestimmten Menge des zu untersuchenden Stoffs ausgelaugte Menge, in Abhängigkeit von der Zeit dargestellt. Nach einem zunächst beträchtlichen Anstieg der Kurve auf einen Maximalwert („Abwascheffekt") klingt die Auslaugrate, abhängig von den Diffusionsbedingungen, mehr oder weniger schnell ab.

3.3.2 *Auslaugverfahren*

Um die Umweltrelevanz von Stoffen, die sich durch den Kontakt mit stehendem oder fließendem Wasser ergibt, bewerten zu können, wurde bereits eine Vielzahl von verschiedenen Auslaugverfahren entwickelt [12, 18, 20 bis 24]. Einige wurden z.B. im Sachstandsbericht „Umweltverträglichkeit zementgebundener Baustoffe" des DAfStb ausführlich vorgestellt [17]. Diese Verfahren unterscheiden sich hinsichtlich physikalischer und chemischer Parameter, der Einsatzform des zu eluierenden Materials (gebunden oder ungebunden), seiner Korngröße und damit dem Verhältnis Oberfläche/Volumen, der Art der Materialbeanspruchung (statisch oder dynamisch) und der Strömungsverhältnisse (ruhender oder fließender Eluent), der Einstellung des Eluent/Feststoff-Verhältnisses (L/S), der Zusammensetzung des Eluenten (pH-Wert, Reduktions/Oxidations-Verhältnisse), der Versuchstemperatur und der Versuchsdauer. Alle diese Versuchsparameter beeinflussen das Auslaugverhalten eines Materials. Dadurch wird ein Vergleich der Untersuchungsergebnisse aus den verschiedenen Verfahren, die zum Teil für spezielle Stoffe oder Einsatzgebiete entwickelt worden sind, weitgehend unmöglich gemacht. Ergebnisse von Auslaugversuchen können daher nur unter Berücksichtigung der angewandten Verfahren sinnvoll interpretiert werden. Bei der Bewertung der Umweltverträglichkeit von Baustoffen auf der Basis von Laborversuchen ist zu beachten, daß all diese Laborversuche zunächst nur den Vergleich verschiedener, unter den gleichen Bedingungen untersuchter Materialien zum Ziel haben. Werden aus solchen Laborversuchen jedoch Rückschlüsse auf das Verhalten eines Materials in der Praxis gezogen, so können sich unter Umständen große Unstimmigkeiten ergeben, da die Simulation der sich im Laufe der Zeit ändernden natürlichen Umgebungsbedingungen nahezu un-

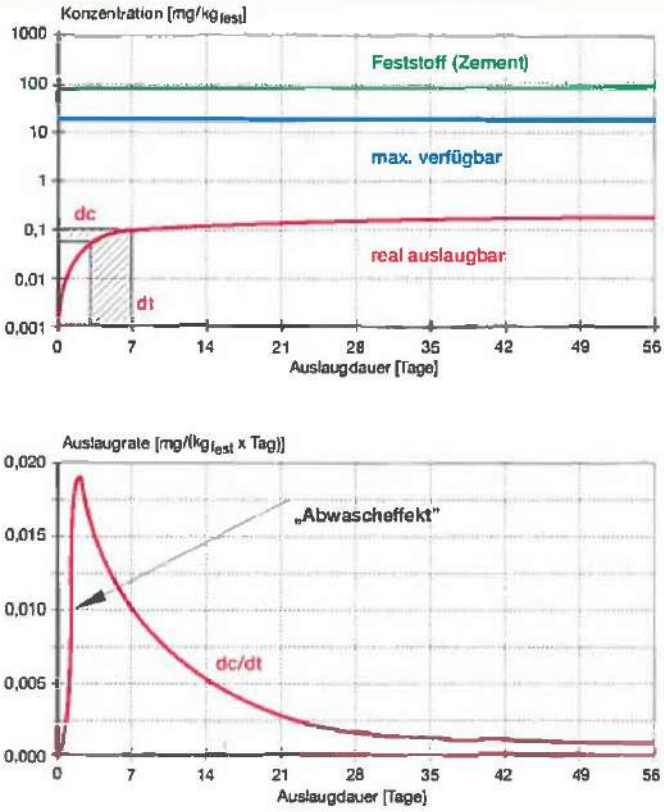


Bild 1: Zink-Auslaugung von zementgebundenem Mörtel

möglich ist. Daher ist zunächst nur die gleichzeitige Betrachtung der Laborergebnisse und des Praxisverhaltens sinnvoll.

Vom technischen Ablauf her kann man die verschiedenen Auslaugverfahren in Standtests, Durchströmungs- (Perkolations-) und Schütteltests einteilen. Zahlreiche dieser Laborverfahren wurden zur Untersuchung von Abfallstoffen entwickelt. Im europäischen „Technical Committee" CEN TC 292 wird eine dreistufige Einteilung der Auslaugverfahren vorgenommen [24, 25]. Danach müssen die in ihren Eigenschaften weitgehend unbekannten Abfallstoffe zunächst grundlegend charakterisiert werden („basic characterization tests" = „Charakterisierungsverfahren). Mit Hilfe von Übereinstimmungsprüfungen („compliance tests" = „Deklarationsverfahren") werden die wesentlichen umweltrelevanten Merkmale überprüft, die sich zuvor in den Grundlagenuntersuchungen ergeben haben. Durch einfache Schnelltests an der Abnahmestelle des Materials („on-site verification tests" = „Identifikationsverfahren") soll abschließend kontrolliert werden, ob angeliefertes Material mit dem deklarierten Material übereinstimmt. Für jede dieser drei Bewertungsstufen stehen verschiedene Untersuchungsmethoden zur Verfügung, die jedoch, insbesondere bei den Schnelltests, *nicht* zwingend Auslaugtests sein müssen. So kommen neben den verschiedenen Auslaugverfahren beispielsweise Festigkeitsprüfungen, chemische Analysen oder auch Sichtprüfungen in Betracht.

Dieses Untersuchungsprinzip wird vor allem auf weitgehend unbekannte oder in Abhängigkeit von der Zeit deutliche Unterschiede aufweisende Materialien angewendet.

Auf Zement und zementgebundene Baustoffe, die bereits einer umfassenden und regelmäßigen Güteüberwachung (Eigen- und Fremdüberwachung) unterliegen, kann das dreistufige System der Abfallüberwachung nicht unmittelbar übertragen werden. Sind beispielsweise Abfallstoffe häufig sehr heterogen zusammengesetzt, so ist für die Zementherstellung bereits aus bautechnischen Erfordernissen heraus die Sicherstellung der „kontinuierlichen Herstellung in großen Massenströmen" als Voraussetzung konstanter Eigenschaften in der deutschen Zementnorm DIN 1164-1 verankert [26].

Für Baustoffe werden auf deutscher und auf europäischer Ebene Auslaugverfahren entwickelt. Eine Arbeitsgruppe des DAfStb diskutiert seit 1996 auf der Basis der oben vorgestellten Einteilung der Untersuchungsverfahren; einige Ringversuche wurden bereits durchgeführt. Zur Zeit wird auch durch eine ressortübergreifende Projektgruppe „Boden- und Grundwassergefährdung durch Baustoffe" beim Deutschen Institut für Bautechnik (DIBt) für Bauprodukte ein Merkblatt zur Bewertung der möglichen Boden- und Grundwassergefährdung erarbeitet [27, 28]. Das CEN TC 154 erarbeitete einen europäischen Normentwurf für Gesteinskörnungen [29], das CEN TC 51 beschäftigt sich mit Prüfverfahren für zementgebundene Baustoffe. Ein europäisches Forschungsvorhaben zu diesen Arbeiten hatte gezeigt, daß sich bei der Auslaugung der zementgebundenen Probekörper nur sehr geringe Konzentrationen im Eluat einstellten, die häufig sogar unter der Bestimmungsgrenze lagen [18].

Bei Baustoffen gelten im Vergleich zur Handhabung von Abfallstoffen völlig andere Rahmenbedingungen. Darüber hinaus unterscheidet sich das Auslaugverhalten zementgebundener Baustoffe beispielsweise durch die Nacherhärtungseigenschaft und die damit verbundene verminderte Auslaugbarkeit von dem ungebundener Materialien [18]. *Baustoffe* und *Abfallstoffe* können eindeutig voneinander abgegrenzt werden, folglich kann auch unnötiger sowie zeit- und kostenaufwendiger Prüfungsaufwand vermieden werden. Es sollte beispielsweise genügen, einen güteüberwachten Baustoff, wie Zement, Mörtel oder Beton, einmalig (z.B. im Rahmen der Eignungsprüfung) zu charakterisieren. Durch die regelmäßige Güteüberwachung kann mit einfachen Prüfverfahren kontrolliert werden, ob die wesentlichen Merkmale des verwendeten Baustoffs denen entsprechen, die am zuvor eingehend charakterisierten Baustoff ermittelt worden sind. So könnte, bezogen auf den Zement, beispielsweise die chemische Zusammensetzung als wesentliches Merkmal herangezogen werden; die Durchführung von regelmäßigen Auslauguntersuchungen, gleich welcher Form, ist -auch mit Blick auf die bereits vorliegenden Ergebnisse [12, 17, 18, 20, 24]- nicht notwendig. Nur in Ausnahmefällen, in denen trotz der jahrzehntelangen Erfahrungen beim Einsatz zementgebundener Baustoffe der Verdacht auf eine umweltgefährdende Wirkung begründet sein könnte, sind über das bereits vorgeschriebene Maß hinaus weitere Untersuchungen, ggf. auch Auslaugprüfungen, sinnvoll.

3.3.3 Beispiele für Auslaugverfahren

Das DEV-S4-Verfahren ist ein Schüttelverfahren [30], das häufig als Deklarationsverfahren verwendet wird. Das Durchflußverfahren von Breitenbücher wurde als Verfahren zur Untersuchung von Spritzbeton entwickelt [31]. Im Perkolationsverfahren nach Goetz, ebenfalls ein Durchflußverfahren, kann das Auslaugverhalten unverdichteter Materialien bei Beregnung ermittelt werden [32]. Sieht man von dem für ein spezielles Einsatzgebiet (Spritzbeton) entwickelten Verfahren nach Breitenbücher ab, so sind diese Verfahren im allgemeinen nicht oder nur wenig dazu geeignet, die Umweltverträglichkeit von grobstückigen und erst recht von zementgebundenen Baustoffen zu untersuchen.

Das in *Bild 2* dargestellte Trogverfahren, das unter der Mitwirkung des Forschungsinstituts der Forschungsgemeinschaft Eisenhüttenschlacken (FEhS) entwickelt wurde, ist ein Standtest, bei dem der Eluent das zu untersuchende Material umspült. Das Verfahren ist hinsichtlich der weiteren Versuchsparameter sehr flexibel. Meist erfolgt die Auslaugung bei einem Wasser/Feststoff-Verhältnis (L/S) von 10:1 über einen Zeitraum von

24 Stunden [33]. Es können aber auch andere L/S-Verhältnisse und Untersuchungszeiträume gewählt, pH-Werte variiert und unterschiedliche Redoxverhältnisse eingestellt werden. Das Trogverfahren wurde in das Arbeitspapier 28/1 der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) zur wasserwirtschaftlichen Verträglichkeit von Mineralstoffen aufgenommen [34], das vom Bundesministerium für Verkehr offiziell eingeführt wurde.

Bei den zementgebundenen Baustoffen sind die Zusammensetzung und die Verarbeitungsweise von Mörtel und Beton neben den Versuchsbedingungen weitere wichtige Größen, die Einfluß auf ihr Auslaugverhalten nehmen. Änderungen der Zementart und -menge, der Zusätze, des w/z-Werts, der Verdichtung oder der Nachbehandlung verändern die Ausbildung des Mörtelgefüges. Ein dichtes Gefüge und ein geringer Kapillarporenanteil vermindern die Auslaugbarkeit von Mörtel bzw. von Beton. Auch der Faktor Zeit spielt hinsichtlich des Hydratationsgrads oder der Carbonatisierung eine Rolle [12, 17].

Nach der Ermittlung der in einer bestimmten Zeit freisetzbaren Inhaltsstoffe eines Baustoffs muß eine problemgerechte Bewertung dieser Ergebnisse erfolgen. Häufig geschieht die Bewertung durch einen Vergleich mit der Trinkwasserverordnung (TVO), die für verschiedene Wasserinhaltsstoffe eine maximal zulässige Konzentration festlegt [35]. Der Vergleich der Eluatwerte mit diesen Grenzwerten kann jedoch nur dann als Orientierungshilfe dienen, wenn der Einfluß von Betonbehältern oder -rohren auf die Trinkwasserqualität beurteilt werden soll. Ebenso können die inzwischen für andere Bereiche festgelegten Grenz- und Anforderungswerte nicht verallgemeinert werden. Bei einer Bewertung der Umweltrelevanz zementgebundener Baustoffe müssen vielmehr die Auslaugraten (vgl. *Bild 1*) mit denen anderer Baustoffe verglichen werden, die seit langem in der Praxis verwendet werden und erfahrungsgemäß keine Gefährdung darstellen [17]. Dabei müssen vor allem die jahrzehntelangen positiven Erfahrungen mit zementgebundenen, normgemäß hergestellten Baustoffen und deren Auswirkung auf die Umwelt angemessen Berücksichtigung finden.

Bild 2: Auslaugungs-Standtest: Trogverfahren



Um die Wirkung der verschiedenen Parameter auf das Auslaugverhalten zu überprüfen, wurden in der Vergangenheit bereits zahlreiche Vergleichsuntersuchungen durchgeführt [12, 17, 18, 20]. Da die Dauer der Verarbeitungsphase des Frischmörtels und Frischbetons im Vergleich zur Nutzungsphase des Festmörtels bzw. -betons nur sehr kurz ist, wurde schwerpunktmäßig das Auslaugverhalten von erhärtetem Mörtel und Beton beurteilt. Dabei beschränkte sich der Umfang der analysierten Parameter in den meisten Fällen auf anorganische Bestandteile (Alkalien und die in geringster Menge vorhandenen Schwermetalle). Die Hauptbestandteile von Hochofenzement, der Portlandzementklinker und der Hüttensand, entstehen in Hochtemperaturprozessen, bei denen alle eventuell in den Ausgangsstoffen vorhandenen organischen Substanzen zerstört werden. Sowohl Klinker als auch Hüttensand enthalten daher keine nachweisbaren organischen Bestandteile. Andere Stoffe, wie zum Beispiel Zementmahlhilfen oder Betonzusatzmittel, die in geringer Menge im Beton vorhanden sein können, enthalten dagegen i.d.R. organische Bestandteile. Die Zugabemenge von Betonzusatzmitteln ist begrenzt (maximal 60 ml bzw. 60 g je kg Zement [36]) und spielt daher bei der mengenmäßigen Betrachtung des Betons keine große Rolle. Im allgemeinen werden diese Stoffe kurz nach der Zugabe zum Beton an der Grenzfläche Zementkorn/Wasser sorbiert; während des Erhärtungsprozesses des Betons werden diese Bestandteile in die Zementsteinmatrix fest eingebunden, so daß aus dichtem Festbeton nur Spuren organischer (wie auch anorganischer) Bestandteile diffusionsgesteuert auslaugbar sind [14, 37, 38].

3.4 Auslaugung von Frischbeton

Der anfängliche Abwascheffekt bestimmt die Auslaugbarkeit beim Frischbeton deutlich stärker als beim Festbeton. Dadurch stellt sich im Eluat sehr schnell eine hohe Alkalität mit pH-Werten von 12,5 bis 13,5 ein [39], wobei die Eluate von Betonen mit Hochofenzement an der unteren Grenze dieses Bereichs liegen [31]. Die hohe Alkalität mindert auch die Freisetzung von Schwermetallen und anderer umweltrelevanter Bestandteile [40], daher ist die Freisetzungsrate von Schwermetallen aus dem Frischbeton sehr begrenzt. Lediglich Chrom(VI), das im Zement klinkerbedingt bis zu etwa 100 ppm (g/t) vorhanden sein kann, geht in der Anfangsphase der Hydratation verstärkt in Lösung, bevor es während der hydraulischen Erhärtung fest eingebunden wird [39, 41, 42, 43]. Dies trifft auf ca. 20 % des Chrom(VI)-Gehalts zu. Umfangreiche Untersuchungen ergaben wasserlösliche Chrom(VI)-Gehalte in Zementen von maximal 35 ppm; überwiegend liegen die Gehalte im Bereich zwischen 3 ppm und 15 ppm [42]. Die aus der Chromlöslichkeit resultierenden Probleme („Chromatallergie") sind aber nur dann von Bedeutung, wenn der Frischmörtel/-beton über einen längeren Zeitraum (10 bis 20 Jahre) ohne geeignete Schutzkleidung händisch ver-

arbeitet wird und somit in direkten Hautkontakt tritt [39, 44]. In Deutschland sind seit etwa einem Jahr chromatarme Zemente gemäß TRGS 613 [44] als „Zemente mit Eisen(II)-Sulfat-Zusatz" und löslichen Chrom (VI)-Gehalten bis 2 ppm als Sackware erhältlich. Die bisherigen Erfahrungen deutscher Hersteller mit dem Zusatz der unterschiedlich wirksamen wasserhaltigen Eisen(II)-Sulfat-Träger haben gezeigt, daß ein Zusatz von etwa 0,2 % bis 0,3 % ausreicht, um die Wasserlöslichkeit der Chrom(VI)-Verbindungen zielgerecht unter 2 ppm zu halten [45]. Da das Chrom(VI) beim oxidierenden Brand des Klinkers aus dem Rohmehl entsteht, beinhalten Hochofenzemente entsprechend weniger Chrom(VI) [43]. Untersuchungen an verschiedenen Hochofenzementen haben gezeigt, daß diese Zemente lösliche Chrom(VI)-Gehalte von unter 2 ppm bis zu 4 ppm aufweisen [42].

3.5 Auslaugung von Festbeton

Da bei der Betrachtung der Umweltverträglichkeit die zeitlich dominierende Nutzungsphase als wesentlich erachtet werden muß, stand bei bisherigen Untersuchungen die Betrachtung des Auslaugverhaltens des Festmörtels bzw. Festbetons im Vordergrund. Bestimmt im Frischbeton die Adsorption von umweltrelevanten Stoffen und ihre Einbindung in schwerlösliche Verbindungen maßgeblich das Auslaugverhalten, so spielen beim Festbeton die Einbindung in die Hydratphasen und die Abschirmung durch das sich bildende Zementsteingefüge eine wesentliche Rolle.

Am Forschungsinstitut der FEhS wurden Auslaugversuche an verschiedenen handelsüblichen Hochofenzementen bzw. an den damit hergestellten Mörtelprismen nach dem DEV-S4- und dem Trogverfahren durchgeführt. Beide Auslaugverfahren wurden bei einem Wasser/Feststoff-Verhältnis von 10:1 (massebezogen) über einen Zeitraum von 24 Stunden sowohl mit zerkleinertem Mörtelmaterial < 10 mm (DEV-S4) als auch mit ganzen Normprismen (Trog) durchgeführt, die zuvor 28 Tage lang bei 20 °C und 95 % relativer Luftfeuchtigkeit gelagert worden waren. Die in den Eluaten bestimmten Stoffkonzentrationen waren äußerst gering; meist lagen die Meßwerte unterhalb der jeweiligen Bestimmungsgrenze. Im *Bild 3* sind für die Untersuchungen mit dem Trogverfahren die Bestimmungsgrenzen für verschiedene Schwermetalle hellblau, außerdem der Mittelwert für Chrom (gesamt), der nur etwas oberhalb der Bestimmungsgrenze liegt, dunkelblau gekennzeichnet. *Bild 4* stellt für das Element Chrom den mittleren Feststoffgehalt einerseits und die mittleren Eluatkonzentrationen, ermittelt mit dem Trog- und DEV-S 4-Verfahren, andererseits gegenüber. Tendenziell liegen die Meßwerte aus dem Trogverfahren unter den im S 4-Verfahren ermittelten, aber die Unterschiede sind bei der Untersuchung derartig kleiner Auslaugraten, wie sie bei den Mörteln gemessen wurden, nur gering ausgeprägt. Um einen Anhaltswert für die Relation der Meßwerte zu den Grenzwerten bestehender Vorschriften (die allerdings nicht für die Bewertung von Baustoffen entwickelt worden sind) zu geben, wurden in *Bild 3* und *Bild 4* auch die Grenzwerte dargestellt, die die Trinkwasserverordnung von 1990 festlegt [35]. Der Abstand der Eluatkonzentrationen zu diesen Werten ist deutlich zu erkennen, obwohl er durch den logarithmischen Maßstab optisch verringert wird. Ein ähnliches Bild ergibt sich, wenn man beispielsweise den Grenzwert der Länderarbeitsgemeinschaft Abfall (LAGA) für Cr zum Vergleich heranzieht (*Bild 4*), der 1994 für den uneingeschränkten Einbau von Boden (Aushub u.a.) in die „Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen" aufgenommen wurde [46].

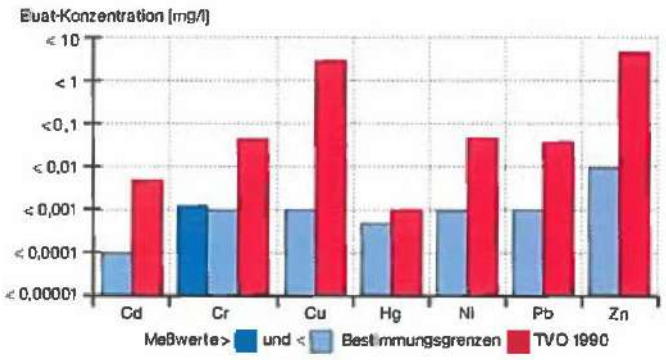


Bild 3: Auslaugung von CEM III-Mörteln im Trogverfahren (L/S = 10; 24 h)

Die in den Bildern wiedergegebenen Ergebnisse zeigen, daß die im DEV-S4-Verfahren ermittelten Gehalte tendenziell über den im Trogversuch bestimmten Werten liegen, da durch die Zerkleinerung des Materials und den bei diesem Schütteltverfahren unvermeidlichen Abrieb eine größere Oberfläche für die Auslaugung zur Verfügung steht; die Eluatkonzentrationen deutlich unter dem Feststoffgehalt liegen; alle Meßwerte deutlich unterhalb der Grenzwerte der TVO liegen und fast alle Eluatkonzentrationen unter den Bestimmungsgrenzen liegen.

In früheren Untersuchungen wurde bereits der Einfluß der verschiedenen Testverfahren auf die Meßwertergebnisse eingehend ermittelt [12, 17]. *Bild 5* zeigt am Beispiel eines Portlandzementmörtels für einige Elemente die in einem Verfügbarkeitstest, im DEV-S4- und in einem Standtest ermittelten Eluatkonzentrationen, die auf den Feststoffgehalt der Elemente im Mörtel (= 100 %) bezogen wurden und damit die Auslaugbarkeit der untersuchten Mörtel bei den jeweiligen Versuchsbedingungen kennzeichnen. Als Verfügbarkeitstest wurde ein Schütteltest durchgeführt (ähnlich dem in der niederländischen Norm NEN 7341 beschriebenen Prüfverfahren [47]), bei dem sehr fein aufgemah-

lenes Probenmaterial (< 125 µm) einem konstant angesäuerten Eluat (pH = 4) ausgesetzt wurde. Bei den Versuchen gemäß DEV-S4-Verfahren [30] wurde ebenfalls Material einer Korngröße < 125 µm eingesetzt. Daneben wurde in einem Standtest an einem unzerkleinerten Mörtelprisma ein Langzeitversuch in Anlehnung an NEN 7345 [48] durchgeführt, bei dem der Eluent nur zu Beginn des Versuchs auf einen pH-Wert von 4 eingestellt und das Eluat während der Versuchsdauer achtmal gewechselt wurde. Gegenüber dem Normverfahren [48] war die Versuchsdauer von 64 auf 56 Tage verkürzt worden.

Die verschiedenen Verfahren ergaben erwartungsgemäß sehr unterschiedliche Ergebnisse, jedoch lagen alle Eluatkonzentrationen deutlich unter den jeweiligen Feststoffgehalten. So wurden selbst unter den extremen Bedingungen des Verfügbarkeitstests nicht mehr als 56 % des im Mörtel enthaltenen Zinks ausgelaugt. Unter den praxisnäheren Bedingungen des Standtests ergab sich eine Auslaugbarkeit von deutlich unter 1 %.

Ein Vergleich der Meßwerte in *Bild 3* und *Bild 4* mit den in der Literatur angegebenen Eluatkonzentrationen macht deutlich, daß die Konzentrationen bei Mörteln mit Hochofenzement nicht höher liegen als bei Mörteln, die unter der Verwendung anderer Zemente hergestellt worden sind [17].

Die geringe Auslaugbarkeit von Mörteln und Betonen mit Hochofenzement ist unter anderem auf die im Vergleich zu anderen Zementen geringere Kapillarporosität, d.h. den deutlich verringerten Porenanteil > 30 nm, zurückzuführen [49, 50]. Bei vergleichbarer Gesamtporosität, die bei konstanten Herstellungsbedingungen nahezu unabhängig von der Zementart ist, nimmt mit steigendem Hüttensandgehalt der Kapillarporenanteil zugunsten der kleineren Gelporen (Poren < 30 nm) deutlich ab. Auf dieser Tatsache beruht unter anderem die geringere Diffusionsgeschwindigkeit verschiedener Ionen im Zementstein und damit verbunden der erhöhte Widerstand des Zement-

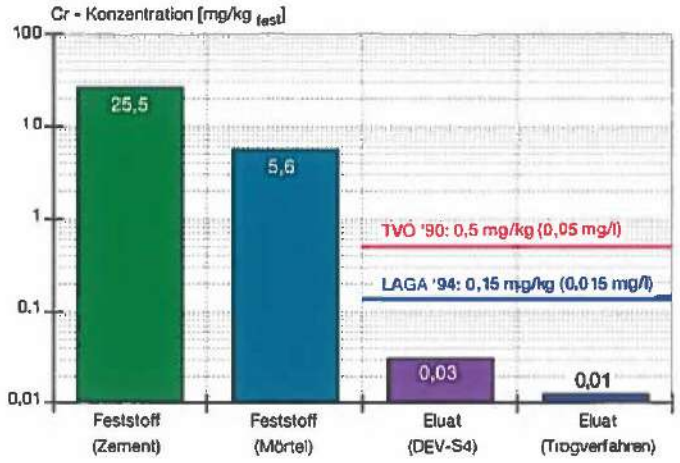


Bild 4: Elution von Cr aus CEM III-Mörteln (w/z = 0,5; 28 Tage; 20 °C; 95 % r. F.; L/S = 10; 24 h) mit verschiedenen Verfahren

steins aus Hochofenzement gegen betonangreifende Flüssigkeiten sowie die guten Dauerhaftigkeitseigenschaften der Hochofenzementbetone [51, 52, 53, 54].

3.6 Auslaugung von TOC

Wie bereits erläutert, ist eine nennenswerte Freisetzung von organischen Stoffen sowohl aus Frischmörtel/-beton als auch aus Festmörtel/-beton nicht zu erwarten. Dennoch führte genau diese Frage zu Einschränkungen durch die maßgebenden Behörden hinsichtlich des Einsatzes von Hochofenzement auf verschiedenen Großbaustellen. Daher wurden umfangreiche Untersuchungen an han-

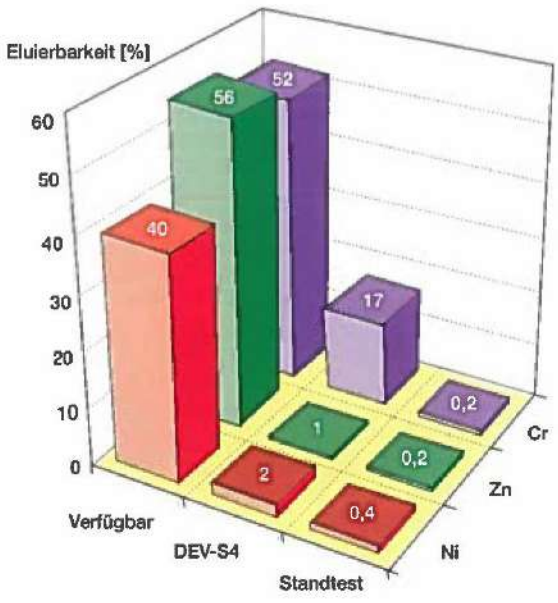


Bild 5: Eluierbarkeit von CEM I-Mörteln (w/z = 0,5; 28 Tage; 20 °C; 95 % r. F.) mit verschiedenen Verfahren [17]

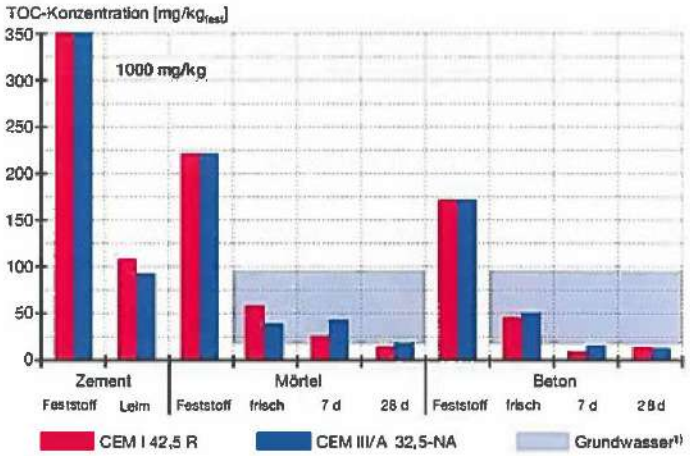
delsüblichen Portland- und Hochofenzementen über die Auslaugung von TOC (Total Organic Carbon = gelöster (DOC) und dispergierter organischer Kohlenstoff) durchgeführt, um nachzuweisen, daß derartige Einschränkungen technisch nicht gerechtfertigt sind.

Die Bestimmung der Feststoffgehalte bei verschiedenen Portland- und Hochofenzementen ergab TOC-Gehalte unter 0,4 M.-% (0,05 M.-% bis 0,38 M.-%), d.h. unter 4000 mg/kg. An einem Portlandzement CEM I und einem Hochofenzement CEM III/A, die beide unter Einsatz von 0,03 M.-% Mahlhilfsmittel hergestellt worden waren, sowie an daraus hergestellten Mörteln und Betonen wurden Eluatuntersuchungen im Trogversuch durchgeführt. Das Wasser/Feststoff-Verhältnis betrug 10:1 (massebezogen) und die Versuchsdauer 24 Stunden. Die Mörtel wurden gemäß DIN EN 196-1 hergestellt und als Frischmörtel sowie als Festmörtel (Normprismen 4 cm x 4 cm x 16 cm) im Alter von 7 und 28 Tagen ausgelaugt. Die Betone wurden als B 25 KR hergestellt (w/z = 0,5; z = 400 kg/m³; 1721 kg/m³ Kies und Sand; Sieblinie 0/16) und ebenfalls als Frischbeton sowie als Festbeton (Würfel 10 cm x 10 cm x 10 cm) im Alter von 7 und 28 Tagen geprüft. Die Lagerung der in Folien eingehüllten Probekörper erfolgte bis zur Prüfung bei 95 % r.F. und 20 °C.

In *Bild 6* sind die Ergebnisse für diese Versuchsreihen zusammengestellt. Die TOC-Eluatkonzentrationen (mg/l) wurden unter Berücksichtigung des Wasser/Feststoff-Verhältnisses von 10:1 auf die Masse der jeweiligen Proben bezogen (mg/kg). Erwartungsgemäß nimmt die Auslaugung, ausgehend vom reinen Zementleim über den Frischmörtel bzw. -beton hin zum Festmörtel und -beton im Alter von 28 Tagen deutlich ab. Alle Eluatkonzentrationen liegen deutlich unter den TOC-Feststoffgehalten der Zemente bzw. der Mörtel und Betone. Hervorzuheben ist, daß sich in allen an Mörteln und Betonen gewonnenen Eluaten TOC-Konzentrationen einstellten, die im mittleren bis unteren Bereich der natürlichen TOC-Gehalte des Grundwassers liegen (1,5 mg/l bis 9,0 mg/l). Werden diese natürlichen Grundwasserwerte als Basiswert auf eine (fiktive) Auslaugung eines Festkörpers im Trogversuch (L/S = 10:1) bezogen, so ergibt sich die in *Bild 6* hellblau dargestellte Spannweite von 15 mg/kg bis 90 mg/kg.

Für Fließgewässer gilt erst ein TOC-Wert > 10 mg/l als „erhöht" [40]. Ähnliches gilt für die Qualitätsanforderungen zur Trinkwassergewinnung [55]. Je nach Aufbereitungsverfahren liegt die Belastungsgrenze allein für den gelösten Anteil organischen Kohlenstoffs (DOC) bereits bei 4 mg/l bis 8 mg/l. Anzumerken ist, daß weder die TVO noch die entsprechende EU-Richtlinie Grenz- oder Richtwerte für TOC vorsehen [35, 56].

Zur Umsetzung der Vorschriften des deutschen Lebensmittelrechts werden zur Zeit für den Einsatz zementgebundener Werkstoffe im Trinkwasserbereich die sogenannten „ZTW-Empfehlungen" erarbeitet, die noch in diesem Jahr als DVGW-Arbeitsblatt 347 veröffentlicht werden sollen. Diese Empfehlungen sehen neben der Arsen-, Blei- und Chrom-Abgabe auch die Bestimmung der TOC-Abgabe vor [57]. Das in den ZTW-Empfehlungen vorgesehene Prüfverfahren liefert eine flächenspezifische Freisetzungsrate, die in Stufen bestimmt wird. So wurden für die oben beschriebenen Zemente im Alter von 7 bis 9 Tagen Raten < 2 mg/(m²xd) ermittelt.



¹) Der dargestellte Bereich entspricht Meßwerten von 1,5 mg/l bis 9,0 mg/l und wurde auf L/S = 10 umgerechnet, um mit den Feststoffgehalten vergleichbar zu sein.

Bild 6: TOC-Konzentration bei Auslaugung von Zement, Mörtel und Beton im Trogverfahren

3.7 Folgerungen für die Praxis

Aus den oben beschriebenen Untersuchungen ergeben sich für das Auslaugverhalten zementgebundener Baustoffe folgende Schlußfolgerungen:

- Die Beurteilung einer Umweltgefährdung durch zementgebundene Baustoffe kann nicht auf der Basis der im Feststoff vorhandenen Gehalte an umweltgefährdenden Stoffen, sondern nur anhand der in möglichst praxisnah gewonnenen Eluaten vorhandenen Konzentrationen vorgenommen werden.
- Während der Verarbeitungsphase des Frischmörtels und -betons tritt eine hohe Alkalität auf.
- Die begrenzte Auslaugung von Chrom(VI) ist nur für die Zemente von Bedeutung, die manuell verarbeitet werden. In diesen Anwendungsfällen ist das Tragen der vorgeschriebenen Schutzkleidung unverzichtbar; chromatarme Zemente gemäß TRGS 613 sind als „Zemente mit Eisen(II)-Sulfat-Zusatz" als Sackware erhältlich. Hochofenzemente enthalten weniger

Chrom(VI) als klinkerreiche Zemente.

- Portlandzementklinker und Hüttensand enthalten keine organischen Bestandteile.
- Die Freisetzung von Stoffen aus dem Porenwasser des Festbetons kann durch Diffusionsgesetze beschrieben werden. Sie klingt nach dem schnellen Erreichen eines Maximums rasch ab.
- Die Zementsteinmatrix ermöglicht eine stabile und dauerhafte Einbindung der im Feststoff enthaltenen umweltrelevanten Elemente. Hochofenzemente bilden ein sehr dichtes Gefüge aus, was einer Freisetzung von Inhaltsstoffen zusätzlich entgegenwirkt.
- Die bei der Auslaugung von Mörteln und Betonen mit üblichen normgerechten Zementen festgestellten Eluatkonzentrationen sind im allgemeinen sehr gering und liegen oft unterhalb der Bestimmungsgrenze. Bei einem Vergleich der Eluatwerte, die bei der Auslaugung von Mörteln mit Hochofenzement und mit anderen Zementen gemessen wurden, liegen die aus Mörteln mit Hochofenzement freisetzbaren Konzentrationen im unteren Bereich des Streubands der Meßwerte.
- Der häufig gezogene Vergleich zwischen Eluatkonzentrationen mit Grenzwerten aus dem Trinkwasserbereich ist nur in speziellen Anwendungsfällen zementgebundener Baustoffe sinnvoll.
- Die aus der Untersuchung von Abfallstoffen abgeleitete Beurteilung der Umweltrelevanz durch ein dreistufiges System aus Charakterisierungs-, Deklarations- und Identifikationsverfahren ist nicht auf güteüberwachte Baustoffe, insbesondere zementgebundene Baustoffe, übertragbar. So ist eine umfassende Charakterisierung zementgebundener Baustoffe bereits in der Vergangenheit in ausreichendem Maß erfolgt und langjährige positive Erfahrungen mit diesen Werkstoffen ergänzen diese Ergebnisse. Ein Deklarationsnachweis ist auf der Basis der regelmäßigen Güteüberwachungsprüfungen möglich. Die Notwendigkeit von Identifikationsprüfungen kann nur in Ausnahmefällen bestehen. Eine ähnliche Beurteilung gilt im übrigen auch für andere als zementgebundene Baustoffe, sofern sie einer regelmäßigen Güteüberwachung unterliegen.

4 Radioaktivität von Baustoffen

4.1 Allgemeines

Zur Zeit wird in Deutschland erneut eine öffentliche Diskussion um die Bewertung des radioaktiven Gefährdungspotentials für die Bevölkerung und um eine adäquate Festlegung von Grenzwerten geführt [58]. Die bisherige Diskussion um eine Gefährdung der Bewohner speziell während der Nutzung von Gebäuden, die unter Verwendung „technisch" erzeugter Werkstoffe (z.B. Zement, Beton, Kalk, Gips, Ziegel etc.) errichtet wurden, durch radioaktive Emissionen aus diesen Baustoffen hatte gezeigt, daß durch die Nutzung dieser genormten oder zugelassenen Baustoffe im allgemeinen keine schädigende radioaktive Zusatzbelastung zu erwarten ist. Der Einfluß der natürlichen geographischen Lage eines Wohnorts mit den damit verbundenen spezifischen geologischen Randbedingungen dominiert die Strahlenexposition der Bevölkerung. Zusätzlich erhöhen künstliche Strahlenquellen, denen der Mensch beispielsweise im Rahmen der medizinischen Diagnostik oder besonderer bergbaulicher Tätigkeiten in seiner Wohnumgebung ausgesetzt ist, die radioaktive Gesamtbelastung [59 bis 66].

Trotz der Vielzahl von Untersuchungen ist die Radioaktivität von Baustoffen, auch die von Hochofenzement, immer wieder Gegenstand von Diskussionen, aber auch von Spekulationen [2, 3, 7]. Daher soll im folgenden auf der Basis der im Oktober 1997 vom Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit vorgestellten Daten für das Jahr 1996 [67] der Einfluß von Zementen, Mörteln oder Betonen für die Strahlenbelastung diskutiert werden.

Bekanntermaßen liegen in jedem natürlichen oder technischen Werkstoff mehr oder weniger hohe Gehalte an radioaktiven („selbststrahlenden") Elementen vor, die während ihrer spontanen Strukturänderungen Teilchenstrahlung (α, β, n) und/oder elektromagnetische Strahlung (γ) aussenden. Hauptsächlich bestimmen die Konzentrationen an Kalium-40 (K-40) und an Radionukliden aus Zerfallsreihen des Uran-238 (z.B. Ra-226) sowie des Thorium-232 (Th-232) die radioaktive Belastung des Menschen. Unter den natürlichen Gesteinen weisen insbesondere die magmatischen Gesteine hohe Konzentrationen an Radionukliden auf (Granit, Bims, Tuff). Sowohl bei den natürlichen Gesteinen als auch bei den technisch erzeugten Bindemitteln, Betonen oder industriellen Nebenprodukten ist eine große Schwankungsbreite der Meßwerte feststellbar [70].

Einen wesentlichen Anteil an der Gesamtbelastung des Menschen hat die Inhalation des Edelgases Radon (Rn) bzw. weitestgehend an Aerosole gebundener, lungengängiger Zerfallsprodukte dieses Gases, das aus der Zerfallsreihe des Uran-238 und des Thorium-232 stammt.

Die Konzentrationsangabe eines radioaktiven Stoffes erfolgt über die Angabe seiner spezifischen Aktivität zu einem bestimmten Zeitpunkt, d.h. der Zerfallsakte je Zeit- und Masseneinheit (Einheit: Bq/kg). Die Wirkung auf den Menschen hängt von der Dosishöhe, der Strahlungsart, der Einwirkungsdauer sowie von den betroffenen Organen ab. Dabei unterscheidet man zwischen externer Strahlenbelastung (Einwirkung auf das Äußere des Menschen) und interner Strahlenbelastung (Einwirkung auf den Menschen durch Inkorporation von Radionukliden). Ausschlaggebende Kenngröße für die Strahlungswirkung ist die sogenannte effektive Äquivalentdosisleistung („effektive Dosis") $\dot{H}$ (Einheit: mSv/a, 1 Sv ~ 1 J/kg). Sie entspricht derjenigen Energie, die ein Kilogramm Körpergewebe innerhalb einer bestimmten Zeit infolge radioaktiver Exposition absorbiert und die ggf. zu Veränderungen des Zellgewe-

bes führt. Dabei werden die verschiedenen Strahlungsarten mittels eines Strahlungs-Wichtungsfaktors („Qualitätsfaktors") und die Wirkung auf die Organe über „Gewebe-Wichtungsfaktoren" unterschiedlich bewertet [68]. Bei der Betrachtung des Strahlenrisikos ist stets zu beachten, daß die Schwellenwerte, unterhalb derer eine Zellschädigung nicht mehr zu erwarten ist, für die verschiedenen Bereiche des menschlichen Körpers entweder sehr unterschiedlich sind oder aber gar nicht zweifelsfrei festgelegt werden können [69]. Somit muß zwischen der gemittelten Ganzkörperdosis und der Dosis für ein bestimmtes Organ unterschieden werden (Teilkörperdosis); diese kann beispielsweise nach Inkorporation radioaktiven Materials (z.B. durch Radon-Inhalation) erheblich über der mittleren Ganzkörperdosis liegen. Die Radon-Inhalation hat bereits zu den Zeiten Agricolas (16. Jhdt.) zur sogenannten „Schneeberger Krankheit" geführt [70]. So wurden die Lungenkrebserkrankungen bei Bergarbeitern des Reviers Schneeberg-Joachimsthal (Sachsen) genannt, in dem seit Jahrhunderten Silbererzbergbau betrieben wurde.

Die durchschnittliche Strahlenbelastung (effektive Äquivalentdosisleistung) in Deutschland und ihre Quellen zeigt *Bild 7* für das Jahr 1996 [67]. Die gesamte interne und externe Strahlenbelastung addiert sich auf 4 mSv/a. Diese Belastung setzt sich aus natürlichen Quellen (kosmische und terrestrische Strahlung, Nahrungsaufnahme und Radon-Inhalation) und zivilisatorischen Quellen (Medizin, Kraftwerke, Technik) zusammen. Etwa 60 % (2,4 mSv/a) der Gesamtbelastung gehen auf natürliche Quellen, etwa 40 % (1,6 mSv/a) auf zivilisatorische zurück.

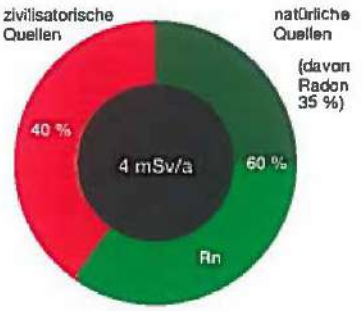


Bild 7: Effektive Dosis Ḣ in Deutschland 1996: Anteil natürlicher und zivilisatorischer Quellen [67]

Ein einheitlicher Grenzwert wurde bisher weder für die natürliche noch für die zivilisatorische Strahlenexposition festgelegt, jedoch ist generell jede unnötige Strahlenexposition zu vermeiden (§ 28 StrSchV [71]). Außerhalb der Strahlenschutzbereiche kerntechnischer Anlagen gilt in Deutschland ein Grenzwert von 0,3 mSv/a für die Strahlenexposition des Menschen aus der Ableitung radioaktiver Stoffe (§ 45 StrSchV). Zur Zeit wird mit der Novellierung der Strahlenschutzverordnung eine EURATOM-Grundnorm vom Mai 1996 in nationales Recht umgesetzt [58, 72]. Sie sieht für außerbetriebliche Überwachungsbereiche einen Grenzwert von 1,0 mSv/a (bisher 1,5 mSv/a gemäß § 44 StrSchV) vor und soll erstmals erhöhte Strahlenexpositionen aus der natürlichen Umgebung berücksichtigen. Die Grenzwerte für beruflich strahlenexponierte Personen liegen bei 15 mSv/a bis 50 mSv/a (§ 49 StrSchV). Um einen Vergleich für die Relation zwischen den verschiedenen Zahlenwerten geben zu können, sei an dieser Stelle angeführt, daß

- die Höhendifferenz von 3000 m zwischen dem Meeresspiegel und der Zugspitze bereits eine Verdreifachung der Äquivalentdosisleistung von 0,3 mSv/a auf etwa 1 mSv/a bedeutet, ein 2wöchiger Hochgebirgsurlaub somit mit einer Zusatzbelastung von etwa 0,03 mSv verbunden ist [73],
- fliegendes Personal bei Luftfahrtgesellschaften mit üblichen Flugrouten und Einsatzzeiten durch die erhöhte kosmische Strahlung einer zusätzlichen mittleren effektiven Jahresdosis von mindestens 6 mSv/a ausgesetzt ist [67].

Die regionalen Unterschiede der Strahlenexposition sind zum Teil beträchtlich; so liegt allein die Spannweite der natürlichen Belastung in Deutschland zwischen 1 mSv/a und 10 mSv/a [40]. In Bereichen des Thüringer und des Bayrischen Walds, des Schwarzwalds sowie des Hunsrücks, des Fichtel- und des Erzgebirges wird eine erhöhte natürliche Strahlenbelastung im Freien festgestellt [62, 67]. Diese Verteilung stimmt dabei gut mit den geologischen Bedingungen, gekennzeichnet durch die unterschiedlichen Gehalte an natürlichen Radionukliden, überein [74].

Um nun eine Bewertung von Baustoffen hinsichtlich der Relevanz ihrer Radioaktivität vornehmen zu können, kann man zunächst die Strahlenbelastung im Inneren von Gebäuden von der im Freien unterscheiden. Wie in *Bild 8* erkennbar ist, entfallen mit 1,54 mSv/a ca. 38 % der gesamten mittleren effektiven Dosis auf den Aufenthalt in Gebäuden; dabei wird ein mittlerer Aufenthalt im Freien von 5 Stunden und in Gebäuden von 19 Stunden angenommen. Bei der Strahlenexposition innerhalb der Gebäude dominiert diejenige durch Inhalation des Radons (i.w. Rn-222 [75]) mit 1,20 mSv/a gegenüber der terrestrischen (i.w. γ-) Strahlung mit 0,34 mSv/a [67], wie *Bild 9* zeigt.

Die externe Strahlenexposition (ohne Radon-Aufnahme) in Gebäuden hängt überwiegend von der spezifischen Aktivität der Baustoffe, d.h. von ihrem Gehalt an radioaktiven Nukliden ab [76]. Sie tragen somit zur effektiven Gesamtdosis bei, gleichzeitig aber vermindern sie den Rn-Zutritt aus dem geologischen Untergrund und schirmen gegen äußere Strahlung ab. Damit erfüllen sie bei erhöhter natürlicher Untergrundbelastung eine abdichtende und belastungssenkende Funktion [40, 60]. So stellte dazu bereits 1990 das Bundesumweltministerium fest [77], daß *„ältere Gebäude, wie Fachwerkhäuser mit Natursteinböden, Souterrainwohnungen sowie Fertig- und Holzhäuser ohne Keller oder Fundamentplatte den Radoneintritt begünstigen"*.

4.1 Belastung durch γ-Strahlung

Umfangreiche Langzeituntersuchungen während der 70er Jahre in Wohnun-

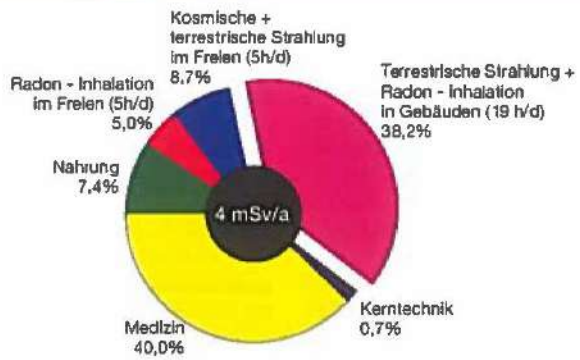


Bild 8: Effektive Dosis $\dot{H}$ in Deutschland 1996: Aufenthalt im Freien und in Gebäuden [67]

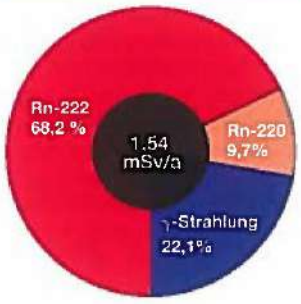


Bild 9: Effektive Dosis $\dot{H}$ in Gebäuden: Anteil der γ-Strahlung und der Radon-Inhalation [67, 68]

gen Westdeutschlands hatten bereits gezeigt, daß die Belastung durch γ-Strahlung im Inneren von Gebäuden etwa um ein Drittel über der im Freien gemessenen liegt [60, 62]. Diese Relation wird durch die Zahlenwerte für 1996 bestätigt. Bei einem 24stündigem Aufenthalt im Freien wird die mittlere effektive Jahresdosis mit 0,32 mSv/a angegeben (Einzelwerte zwischen 0,06 mSv/a und 2,2 mSv/a) und innerhalb von Gebäuden mit 0,43 mSv/a (Einzelwerte zwischen 0,09 mSv/a und 2,4 mSv/a) [67]. Neben einer proportional zur regionalen Verteilung der Strahlenexposition im Freien erhöht verlaufenden Innenraumbelastung ist in bestimmten Bereichen der Bundesrepublik eine überproportionale Erhöhung feststellbar. Diese überproportionale Erhöhung, wahrscheinlich verursacht durch den traditionellen Einsatz von Baustoffen mit einem *erhöhten* Gehalt an Radionukliden, ist für die Bundesrepublik statistisch abgesichert; sie liegt jedoch insgesamt noch in der Spannweite der natürlichen Belastung im Freien [62, 78]. Wurden aber industrielle Reststoffe unkontrolliert eingebaut, so traten je nach verwendetem Material deutlich höhere Belastungen auf. So wurden z.B. bei Bauten mit Reststoffen aus der Kupferschieferverhüttung mehr als 500 nSv/h, entsprechend 4,4 mSv/a, gemessen [68].

Die im Mittel um 34 % gegenüber dem Freien erhöhte γ-Strahlenbelastung innerhalb von Gebäuden ist im konkreten Fall abhängig von den Baumaterialien und der Bauweise, der Strahlung im Freien und der Abschirmwirkung eines Bauwerks gegenüber der Außenstrahlung [62]. Aus den Angaben für 1996 läßt sich die baustoffbedingte Erhöhung bei einem 19stündigen Aufenthalt im Inneren von Gebäuden zu 0,09 mSv/a berechnen. Bezieht man diesen Wert auf die gesamte Innenraumbelastung (Strahlung und Rn-Inhalation) von 1,54 mSv/a, so ergibt sich ein Anteil von 6 %! Bezogen auf die gesamte durchschnittliche Strahlenexposition der Bevölkerung (4,03 mSv/a) reduziert sich dieser Wert auf 2 %.

4.2 Belastung durch Radon

Wie in *Bild 7* und *Bild 9* zu erkennen ist, erfolgt über die Inhalation der Rn-Folgeprodukte etwa 35 % der Gesamt- und 78 % der Innenraumbelastung. Die Radon-Exposition der Bevölkerung gilt nach dem Rauchen als wichtiger Risikofaktor für die Entstehung von Lungenkrebs. So könnte ein Anteil von 4 % bis 12 % der Lungenkrebshäufigkeit auf die Radon-Inhalation in Gebäuden zurückgeführt werden [79]. Dabei ist das Radon-220 mit einer Halbwertszeit von 55,6 Sekunden von geringerer Bedeutung (Rn-Anteil 13 %) als das Radon-222 mit einer Halbwertszeit von 3,8 Tagen (Rn-Anteil 87 %) [75].

Die Konzentration von Radon im Inneren von Gebäuden hängt im wesentlichen vom natürlichen geologischen Untergrund mit seinem Gehalt an Radionukliden, seiner Permeabilität und seinem Feuchtegehalt ab. Aber auch Baustoffe, Bauweise und nutzungsabhängige Faktoren, wie zum Beispiel das Lüftungsverhalten der Bewohner sowie sekundäre Umgebungsfaktoren, wie beispielsweise die Rn-Freisetzung aus Grubenbetrieben, spielen eine wichtige Rolle.

Um die Rn-Belastung bundesweit repräsentativ zu erfassen, wurden bereits vor über 10 Jahren Langzeitmessungen in ca. 6000 westdeutschen Wohnungen vorgenommen. Der rechnerische Zusammenhang zwischen den Konzentrationen an Radon und denen der eigentlich wirksamen Folgeprodukte wird durch einen „Gleichgewichtsfaktor" hergestellt. In Wohnräumen beträgt er etwa 0,1 bis 0,3 [62]. Bei einer großen Streubreite der Einzelwerte und einer asymmetrischen Häufigkeitsverteilung ergab sich in Gebäuden eine mittlere Rn-Luftkonzentration von 50 Bq/m³. Wie bei der Belastung durch γ-Strahlung ist auch bei der Rn-Konzentration in Wohnräumen eine hohe regionale Streubreite zu verzeichnen. Liegt die mittlere Konzentration beispielsweise in Nordrhein-Westfalen bei 38 Bq/m³, beträgt sie in Bayern 102 Bq/m³ [80]. Bundesweit wurde in ca. 10 % aller Fälle eine Konzentration > 80 Bq/m³, in etwa 1,5 % der Wohnungen eine höhere als 250 Bq/m³ und nur in 0,1% (9 Wohnungen) ein höherer Wert als 600 Bq/m³ gefunden [77, 79, 81 bis

83]. Aktuelle Erhebungen in den neuen Bundesländern ergaben einen mittleren Wert von 46 Bq/m³ bei deutlich ausgeprägter Streubreite der Meßwerte und leicht zu höheren Werten verschobener Häufigkeitsverteilung [84]. 25 % der Wohnungen in den Granitgebieten des Fichtel- und des Erzgebirges weisen Rn-Konzentrationen > 1.000 Bq/m³ auf [68]. Im bereits angesprochenen Bereich Schneeberg in Sachsen wurden Rn-Konzentrationen bis zu 15.000 Bq/m³, in einem Fall von 115.000 Bq/m³ ermittelt [85]!

In der Außenluft liegen die Rn-222-Konzentrationen in Westdeutschland zwischen 5 und 35, lokal bei 150 Bq/m³ [68] und im Mittel bei etwa 14 Bq/m³ [77]. Damit betragen die Außenkonzentrationen etwa ein Drittel bis ein Viertel der Innenraumkonzentrationen. Für Rn-220 gilt ein geschätzter Wert von 0,15 Bq/m³. In den südlichen Teilen der neuen Bundesländer wurden im Freien Rn-222-Konzentrationen zwischen 10 Bq/m³ und 80 Bq/m³ sowie lokal, in Abhängigkeit von der geologischen Beschaffenheit und den bergbaulichen Aktivitäten, bis zu 370 Bq/m³ festgestellt [68]. Daß in Innen-, insbesondere in Kellerräumen, die radioaktive Belastung höher ist als im Freien, ist bereits seit der Jahrhundertwende bekannt [65, 86].

Die deutsche Strahlenschutzkommision (SSK) legte 1988 eine Rn-222-Konzentration von 250 Bq/m³ als obere Grenze des „Normalbereichs" in durchschnittlich belüfteten Innenräumen fest und bestätigte diesen Wert 1994. Dies deckt sich mit Empfehlungen der internationalen Strahlenschutzkommision (ICRP). Zwischen 250 Bq/m³ und 1.000 Bq/m³ liegt ein „Ermessensbereich", in dem weniger aufwendige Maßnahmen zur Rn-Senkung vorgenommen werden können. Der Bereich ab 1.000 Bq/m³ gilt als „Sanierungsbereich"; ab 15.000 Bq/m³ wird eine schnellstmögliche Sanierung empfohlen [82]. Aktuellen Angaben zufolge wird in Deutschland möglicherweise für 160.000 bis 270.000 Wohnungen der „Normalbereich" überschritten [87].

Regelungen, die eine Festsetzung von maximal zulässigen spezifischen Aktivitäten in Baustoffen zur Begrenzung der Rn-Exhalation verlangen, waren aufgrund der niedrigen Durchschnittswerte bislang nicht vorgesehen. Neu zu errichtende Gebäude sollten jedoch sicherstellen, daß die Rn-Konzentrationen den Normalbereich bis 250 Bq/m³ nicht überschreiten [68, 82]. Die EU-Kommission hat Grenzwerte von 200 Bq/m³ (Neubauten) bzw. 400 Bq/m³ (Altbauten) empfohlen. Vor diesem Hintergrund läßt das Bundesumweltministerium verschiedene Arbeiten durchführen [72]. Beim Deutschen Institut für Bautechnik wird zur Zeit eine „Radon-Richtlinie" erarbeitet, die Empfehlungen zur Sanierung radonbelasteter Gebäude sowie zum radongeschützten Bauen neuer Gebäude geben soll [28].

Der baustoffbedingte Anteil an der Rn-Innenraumbelastung wird auf etwa 30 Bq/m³ geschätzt [63]. Legt man die durchschnittliche und weit im unteren „Normalbereich" liegende Konzentration von 50 Bq/m³ zugrunde, entfällt somit auf die Baustoffe ein Anteil von 60 %. Die Strahlenschutzkommission weist einer Rn-Konzentration von 250 Bq/m³ eine interne Belastung des Menschen von 4 mSv/a zu [82]. Somit errechnet sich für eine baustoffbedingte Rn-Konzentration von 30 Bq/m³ ein Wert von 0,48 mSv/a. Aus den Daten des Jahres 1996 läßt sich unter Berücksichtigung der Aufenthaltszeiten und den Unterschieden bei Aufenthalt im Inneren (19 h) und im Freien (5 h) ableiten, daß ca. 0,44 mSv/a, entsprechend 29 % der Innenraum- oder 11 % der gesamten radioaktiven Belastung der Bevölkerung auf der Rn-Exhalation aus Baustoffen beruht. Faßt man diesen Wert mit dem Anteil aus der γ-Strahlenbelastung zusammen (0,09 mSv/a), erhöht sich die gesamte radioaktive Exposition baustoffbedingt im Mittel auf 0,53 mSv/a.

Die Langzeitmessungen in Deutschland und in anderen Ländern haben gezeigt, daß eine deutliche Erhöhung der Rn-Konzentrationen in den Innenräumen über den Normalbereich von 250 Bq/m³ hinaus im allgemeinen *nicht* auf eine erhöhte Zufuhr aus einem Baustoff, sondern durch erhöhte Zufuhren aus dem geologischen Untergrund bedingt sind [63, 79, 82]. Abweichend von dieser Tatsache wurden im Münchener Raum beispielsweise Rn-Konzentrationen von 1000 Bq/m³ in einem Gebäude gemessen. Diese Konzentration beruhte nicht auf dem geologischen Untergrund, sondern auf der unkontrollierten Verwendung baustoffuntypischen radiumhaltigen Materials in den Geschoßdecken des Gebäudes.

Bereits kleine Undichtigkeiten eines Gebäudes können erhöhte Rn-Konzentrationen bewirken [76]. Wie das Pilotprojekt „Modellhafte Erprobung von Sanierungsmaßnahmen radonbelasteter Wohnungen in Schneeberg" ergab, können abdichtende bautechnische Maßnahmen, ggf. in Verbindung mit lüftungstechnischen Veränderungen [88], dazu dienen, drastische Absenkungen der Innenraumkonzentrationen an Rn von z.B. über 20.000 Bq/m³ auf 100 Bq/m³ zu erreichen [40]. Dabei kann eine isolierende Wirkung z.B. durch eine sorgfältige Abdichtung der Kellerfundamente mit einer fugen- und rißfreien Betonsohle, das Aufbringen von Schutzschichten, das Versiegeln von Rohrdurchführungen oder durch die Installation von Lüftern erzielt werden [82, 87]. Das Absenken der Lüftungsrate im Wohnbereich durch verbesserte Wärmedämmung im Fensterbereich hingegen hat zu steigenden Rn-Gehalten der Wohnraumluft geführt [60, 79].

Die Freisetzung des Gases Radon aus Baustoffen erfolgt zunächst durch die beim Radium-Zerfall freigesetzte Rückstoßenergie und den diffusionsgesteuerten Austritt („Emanation") in die Werkstoffporen [62]. Der weitere Stofftransport durch das offene Porensystem und der Austritt aus dem Baustoff in die Atmosphäre (Exhalation) hängt vom effektiven Diffusionskoeffizienten des Gases und damit von denselben Parametern ab, wie sie bereits für das Auslaugverhalten erörtert worden sind [17, 59]. Kennzeichnender Parameter ist die Exhalationsrate (Einheit: Bq/(m²h)). Die Exhalationsraten für Rn-220 liegen deutlich höher als

die für Rn-222, jedoch spielt dieses Gas aufgrund der geringen Halbwertszeit und seiner wesentlich geringeren Konzentration nur eine untergeordnete Rolle [62]. Die mittleren Exhalationsraten aus Betonen liegen in der Bundesrepublik bei einer Vergleichswandstärke von 5 cm für Rn-222 bei ca. 0,5 Bq/(m²h) bis 1,1 Bq/(m²h) und für das kurzlebige Rn-220 bei 84 Bq/(m²h) bis 108 Bq/(m²h). Natürliche Böden weisen je nach geologischen Bedingungen für Rn-222 Werte zwischen 4 Bq/(m²h) und 20 Bq/(m²h) und für Rn-220 zwischen 40 Bq/(m²h) und 220 Bq/(m²h) auf [63]. Daraus wird ersichtlich, daß gefügedichter Beton im unteren Bereich der Exhalationsraten liegt. Ab einer Dicke von 20 cm kann Beton als radonundurchlässig angesehen werden [87].

4.3 Bewertung der radioaktiven Belastung

Obwohl die Zusatzbelastung durch die γ-Strahlung aus Baustoffen nur von untergeordneter Bedeutung ist, erfolgt eine Bewertung der potentiellen Gefährdung häufig auf der Basis von Konzentrationsangaben der drei Radionuklide K-40, Ra-226 und Th-232. So basiert z.B. die häufig angeführte sogenannte „Leningrader Summenformel" von Krisiuk auf der Vorgabe einer maximal zulässigen baustoffbedingten γ-Zusatzbelastung von 1,5 mSv/a. Aus diesem Wert lassen sich unter Zugrundelegung bestimmter räumlicher Randbedingungen maximal zulässige spezifische Aktivitäten a_i für die erwähnten Nuklide angeben [89]. Zunächst unter der Annahme eines fensterlosen Raums mit unendlich dicken Wänden erstellt, ergab sich später für etwas realistischere Randbedingungen folgende Ungleichung [62] (1):

$$\frac{a_{K\text{-}40}}{9620\ Bq/kg} + \frac{a_{Ra\text{-}226}}{740\ Bq/kg} + \frac{a_{Th\text{-}232}}{520\ Bq/kg} \leq 1$$

Gleichung (1) berücksichtigt nicht die Freisetzung des Radons, sondern nur die Emission der γ-Strahlung. Um die effektive durchschnittliche Belastung im Inneren von Wohnräumen aus den Konzentrationsangaben heraus vollständig abschätzen zu können, beschrieb Keller unter der Annahme durchschnittlicher Randbedingungen (Wanddicke, Rohdichte, Atemrate, Lüftungsrate etc.) in einer Aktivitätsgleichung für Ra-226 und Th-232 sowohl die γ-Strahlen- ($\dot{H}\gamma$) als auch die Rn-Wirkung ($\dot{H}_{Rn}$) [90]. Die Gehalte an K-40 wurden dabei wegen ihrer deutlich geringeren Bedeutung für die Gesamtbelastung durch Baustoffe vernachlässigt.

(2a)

$$\dot{H}\gamma = 1{,}3 \cdot 10^{-3} \cdot a_{Ra\text{-}226} + 1{,}6 \cdot 10^{-3} \cdot a_{Th\text{-}232}$$

(2b)

$$\dot{H}_{Rn} = 6{,}3 \cdot 10^{-3} \cdot a_{Ra\text{-}226} + 4{,}3 \cdot 10^{-3} \cdot a_{Th\text{-}232}$$

(2)

$$\dot{H}_{ges} = 7{,}6 \cdot 10^{-3} \cdot a_{Ra\text{-}226} + 5{,}9 \cdot 10^{-3} \cdot a_{Th\text{-}232}$$

Untersuchungen in der Praxis bestätigten die nach Gleichung (2) berechneten Werte. Die Bewertung dieser Ergebnisse erweist sich schwieriger als ihre Bestimmung; bislang wurde kein Grenzwert festgelegt. Eine mögliche Beurteilungsgrundlage kann der mittlere Wert der natürlich bedingten Exposition im Freien darstellen [90]. Dieser durch kosmische und terrestrische Strahlung sowie Rn-Inhalation bedingte Wert errechnet sich für das Jahr 1996 bei einem Aufenthalt von 24 Stunden im Freien zu 1,56 mSv/a [67]. Legt man diesen Wert zugrunde, so kann analog zur Gleichung (1) und basierend auf der Gleichung (2) folgende Gleichung (3) definiert werden:

(3)

$$\frac{a_{Ra\text{-}226}}{205\ Bq/kg} + \frac{a_{Th\text{-}232}}{264\ Bq/kg} \leq 1$$

Diese Gleichung berücksichtigt im Gegensatz zur Gleichung (1) sowohl die Belastung durch γ-Strahlung aus den Baustoffen als auch die Belastung durch die Rn-Exhalation. Eine solche Gleichung könnte theoretisch zunächst als Abschätzung der zu erwartenden baustoffbedingten Exposition verwendet werden. Allerdings ist analog zum Auslaugverhalten keine abschließende Beurteilung des radioaktiven Gefährdungspotentials von Baustoffen möglich, die nur auf der Basis von Konzentrationsangaben an Radionuklidgehalten basiert. Bei erhöhter radioaktiver Belastung (im Vergleich zum Mittel) ist es notwendig, die tatsächlichen Exhalationsraten eines Baustoffs zu ermitteln [90]. Diese können trotz eventuell höherer Feststoffgehalte an Radionukliden aufgrund einer dicht ausgebildeten Gefügestruktur durchaus unter denen

Tafel 1: Spezifische Aktivität von Radionukliden in Gesteinen und Baustoffen [68]

	Spezifische Aktivität [Bq/$kg_{trocken}$]					
Nuklid	Ra-226		Th-232		K-40	
Material	Mittel	Spanne	Mittel	Spanne	Mittel	Spanne
Wasser*		< 0,004-0,4		< 0,0004-0,07		< 0,004-0,4
Kalkstein	24	4-41	5	2-20	90	< 40-240
Sand/Kies	15	1-39	16	1-64	380	3-1200
Basalt	26	6-36	29	9-37	270	190-380
Sandstein	20	13-70	25	15-70	500	< 40-1100
Tuff, Bims	100	< 20-200	100	30-300	1000	500-2000
Granit	100	30-500	120	17-311	1000	600-4000
Blähton	40	< 20-70	70	30-90	600	70-800
Ziegel	50	10-200	52	12-200	700	100-2000
Hüttensand	100	40-200	100	30-300	500	200-1000
Flugasche	200	26-1110	100	14-300	700	170-1450
CEM I	30	10-50	20	10-40	200	100-700
CEM III	60	20-100	80	30-200	100	< 40-200
Beton	30	7-92	23	4-71	450	50-1300

* Grundwasser

Tafel 2: Bewertung der Radioaktivität bei verschiedenen Betonen (B 25 KR)

Ausgangsstoffe	Betonzusammensetzung B 25 KR [kg/m³]					
	1	2	3	4	5	6
CEM I 32,5 R	320				300	
CEM III/B 32.5		320	320	320		300
Sand / Kies	1808	1808	470	470	1808	1808
Basalt			1338			
Granit				1338		
SFA					60	60
Grundwasser	186	186	186	186	186	186
	Erw. Summenformel (Wert ≤ 1 ?) Krisiuk 1971 (1,5 mSv/a)					
γ-Anteil*	0,08	0,10	0,12	0,32	0,10	0,11
	Effektive Dosis [mSv/a] Keller 1987					
γ-Anteil	0,05	0,06	0,08	0,22	0,05	0,07
Rn-Anteil	0,17	0,23	0,30	0,80	0,20	0,26
Summe**	0,22	0,29	0,38	1,02	0,25	0,33
	Vergleich 24 h im Freien (Wert ≤ 1 ?) 1,56 mSv/a (1996)					
Summe***	0,14	0,19	0,25	0,65	0,17	0,21

* gem. Gleichung (1) ** gem. Gleichung (2) *** gem. Gleichung (3)

eines porösen Materials mit geringeren Nuklidgehalten liegen [63, 83].

In *Tafel 1* wurden für verschiedene Baustoffe und Industrieprodukte die spezifischen Aktivitäten der drei Radionuklide Ra-226, Th-232 und K-40 gegenübergestellt. Hinzuweisen ist sowohl auf die große Streubreite der Meßwerte für jedes einzelne Material als auch auf die bereits erwähnten großen Unterschiede zwischen den verschiedenen natürlichen Stoffen untereinander [68]. Man erkennt, daß sich die „technischen" Baustoffe gut in das Spektrum der natürlichen Stoffe einordnen lassen.

In der *Tafel 2* wurden für 6 verschiedene Betonzusammensetzungen (B 25 KR) mit der Summenformel (1) sowie mit den Gleichungen (2) und (3) die aus den Betonen resultierende theoretische radioaktive Belastung berechnet. Aus dieser Tafel wird zunächst deutlich, daß der nach der Leningrader Summenformel (1) berechnete Kennwert für die γ-Strahlenbelastung für alle Betonzusammensetzungen weit unterhalb des Bezugswerts von 1,0 liegt. Bei den einzelnen Betonkomponenten dominiert massebedingt der Einfluß des Zuschlags. Zwar kann für Hochofenzement gegenüber Portlandzement eine etwas höhere Konzentration an einigen radioaktiven Nukliden festgestellt werden (vgl. *Tafel 1*), jedoch fällt der Einsatz unterschiedlicher Zuschläge wie z.B. Basalt oder Granit (Betone 3 und 4) anstelle von Sand und Kies (Beton 2) im Vergleich zum Einfluß der verschiedenen Zemente (Betone 1 und 2) wesentlich stärker ins Gewicht. Die Betone 5 und 6 zeigen bei Einsatz von Flugasche als Betonzusatzstoff, der massebezogen einen nur kleinen Anteil am Beton hat, eine deutlich höhere spezifische Wirkung (Aktivitätserhöhung je kg Stoffeinsatz) auf die γ-Strahlenbelastung.

Die nach Gleichung (2) berechneten und auf den oben beschriebenen bautechnischen und sonstigen Randbedingungen beruhenden effektiven Äquivalentdosisleistungen bestätigen diese Relationen zwischen den verschiedenen Betonzusammensetzungen. Die aus der Verwendung der verschiedenen Betone resultierenden theoretischen effektiven Äquivalentdosisleistungen liegen alle deutlich unter dem Wert von 1,54 mSv/a, der für das Jahr 1996 als mittlere Belastung im Inneren von Gebäuden angegeben wird [67].

Zieht man zur Bewertung der nach Gleichung (2) berechneten Daten Gleichung (3) unter Verwendung eines „Vergleichswerts" von 1,56 mSv/a (24stündiger Aufenthalt im Freien [67]) heran, so wird zunächst deutlich, daß diese Kennwerte erwartungsgemäß größer sind als die nach der Summenformel (1) berechneten, da sie zusätzlich die Radon-Belastung berücksichtigen. Aber auch diese Werte liegen für jede Betonzusammensetzung deutlich unterhalb des Werts 1,0. Die Relationen zwischen den verschiedenen Betonen entsprechen den oben bereits beschriebenen.

4.4 Folgerungen für die Praxis

Bezogen auf die gesamte natürliche radioaktive Belastung und ihre mögliche zivilisatorisch bedingte Erhöhung durch Baustoffe kann davon ausgegangen werden, daß *„erst bei erhöhten Radionuklidkonzentrationen in Naturstoffen und ihren Verarbeitungsprozessen relevante Beiträge zur Strahlenexposition zu erwarten sind"* [40]. Beim Einsatz der üblichen genormten oder zugelassenen Baustoffe ist nur mit geringen Rn-Belastungen zu rechnen [77, 91]. Das Bundesumweltministerium stellt analog fest, daß *„eine zivilisatorische Erhöhung der Strahlenexposition bei Neubauten in Gebieten mit erhöhtem Radonvorkommen vorbeugend durch geeignete Standortwahl und radongeschützte Bauweise vermieden werden kann. Bei Nutzung industrieller Reststoffe, der Verarbeitung von Mineralien und Erzen ... ist bei durchschnittlichen spezifischen Aktivitäten natürlicher Radionuklide im allgemeinen nur eine geringe individuelle Exposition zu erwarten"* [68].

5 Zusammenfassung

Von Bauprodukten wird zunehmend neben dem Nachweis ihrer technischen Merkmale ein Nachweis der Umweltverträglichkeit im Rahmen

einer an Umwelterfordernissen orientierten Produktgestaltung verlangt. Ausgehend von den vorliegenden Informationen zu den umweltrelevanten Eigenschaften von Hochofenzement wurde gezeigt, daß von diesem Bindemittel und damit hergestelltem Mörtel und Beton bzw. Bauwerk bei sachgemäßer Auswahl genormter oder zugelassener Ausgangsstoffe während des gesamten Lebenszyklus dieses Bauprodukts keine negativen ökologischen Auswirkungen zu erwarten sind. Dies wurde beispielhaft an den Lebenswegphasen *Produktion* [6] und *Nutzung* erläutert.

Während der zeitlich dominierenden Nutzungsphase hängt die Umweltverträglichkeit eines Baustoffs von seiner Wechselwirkung mit der Umgebung, d.h. in erster Linie von seinem Auslaugverhalten, ab. Dabei ist die maximal freisetzbare bzw. die in technisch relevanter Zeit verfügbare Stoffkonzentration von Bedeutung, nicht aber der zu einem großen Teil immobil eingebundene Gesamtgehalt umweltrelevanter Elemente im Feststoff. Zukünftige genormte Auslaugverfahren für Baustoffe, die sich zur Zeit sowohl auf deutscher als auch europäischer Ebene in der Diskussion befinden, müssen diesem Kriterium gerecht werden. Eigene Untersuchungen des Auslaugverhaltens von Hochofenzementen, die mit verschiedenen Verfahren durchgeführt wurden, ergaben für alle untersuchten chemischen Parameter eine nur geringe Auslaugbarkeit. Zu einem großen Teil lagen diese unter der Bestimmungsgrenze für die jeweiligen Elemente. Dies ist neben den geringen Gehalten freisetzbarer Elemente in den Ausgangsstoffen für Hochofenzement auf die geringe Kapillarporosität von Hochofenzementstein zurückzuführen. Diese vorteilhafte Eigenschaft ermöglicht es nicht nur, den bewährten Baustoff Zement bzw. Beton weiterhin in erheblichem Umfang einzusetzen, sondern ihn darüber hinaus für spezielle Anwendungsgebiete, wie etwa die gezielte Einbindung von Schadstoffen, in größerem Umfang zu nutzen.

Eine Übertragung der mehrstufigen Überwachung des Auslaugverhaltens in Form von Charakterisierungs-, Deklarations- und Identifikationsverfahren, wie sie für den Abfallbereich erarbeitet wird, ist für zementgebundene Baustoffe nicht sinnvoll. Im Gegensatz zu Abfallstoffen weisen Bauprodukte wie Zemente eine hohe stoffliche Homogenität auf. Ihr Einsatz hat sich seit vielen Jahren bewährt. Damit liegt eine umfassende Charakterisierung zementgebundener Baustoffe bereits in ausreichendem Maße vor.

Etwa 38 % der radioaktiven Belastung der Bevölkerung entfallen auf den Aufenthalt in Gebäuden, wobei der Einfluß der Radon-Inhalation im Vergleich zum Beitrag der γ-Strahlung überwiegt. Dabei überlagern sich der Einfluß der geologischen Gegebenheiten, der verwendeten Baustoffe und der Bauweisen sowie weiterer individueller Parameter. Die Gehalte an Radionukliden in den üblichen Baustoffen ordnen sich in die Bandbreite der in natürlichen Böden und Gesteinen vorliegenden Konzentrationen ein. Modellrechnungen zeigen, daß Unterschiede der Radionuklidkonzentrationen in den Betonen im wesentlichen von der Wahl des Zuschlags, nicht aber von der Wahl der Zementart, abhängen.

Erhöhte Radon-Werte in der Raumluft können im allgemeinen nicht auf erhöhte Radionuklidkonzentrationen in Zement oder sonstigen Baustoffen zurückgeführt werden, sondern beruhen vielmehr auf besonderen geologischen Faktoren oder bergbaulichen Aktivitäten. Eine möglichst vollständige Abdichtung von Hausfundamenten im Rahmen einer radongeschützten Bauweise, z.B. durch fugen- und rißfreie Ausbildung von Betonsohlen, kann zu einer wesentlichen Absenkung der radioaktiven Belastung führen. Besondere Regelungen zur Begrenzung der Radon-Abgabe aus Baustoffen wurden bislang nicht für erforderlich gehalten. Wie beim Auslaugverhalten kommt bezüglich der Radonexhalation der Ausbildung einer dichten Zementsteinmatrix, wie sie für Hochofenzemente typisch ist, eine wesentliche Rolle zu.

Abschließend kann, über die vorstehend geschilderten positiven Aspekte bei der Beurteilung von Hochofenzement hinsichtlich seiner ökologischen Eigenschaften hinausgehend, festgestellt werden, daß der Einsatz von Hüttensand im Zement einen nicht unerheblichen Beitrag zur geforderten Schonung natürlicher Ressourcen darstellt, der noch weiter ausgebaut werden kann.

6 Literatur

[1] Gesetz über das Inverkehrbringen von und den freien Warenverkehr mit Bauprodukten zur Umsetzung der Richtlinie 89/106/EWG des Rates vom 21.12.1988 zur Angleichung der Rechts- und Verwaltungsvorschriften der Mitgliedstaaten über Bauprodukte (Bauproduktengesetz – BauPG) vom 10.08.1992. Bundesgesetzblatt 1992, Teil I, S. 1495-1501

[2] Landesinstitut für Bauwesen und angewandte Bauschadensforschung NRW (Hrsg.): Umweltbewußte Bauteil- und Baustoffauswahl. Aachen, 1992

[3] Pappi, I.; Stürmer, H.-D.: Umweltverträglichkeit von Baustoffen. Stiftung Verbraucherinstitut, Berlin, 1992

[4] Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau (Hrsg.): Leitfaden zum ökologischen, wirtschaftlichen und gesunden Bauen – Öko-Leitfaden – (Entwurf). Bonn, 27.03.98

[5] Umweltbundesamt (Hrsg.): Jahresbericht 1995. Berlin, 1996

[6] Ehrenberg, A.; Geiseler, J.: Ökologische Eigenschaften von Hochofenzement - Lebenswegphase Produktion. Beton-Informationen 37 (1997) Heft 4, S. 51-63

[7] Schadstoffbelastung im Beton: Kleine Anfrage im Deutschen Bundestag. Deutscher Bundestag, 13. Wahlperiode, Drucksache 13/4099 v. 13.03.96

[8] Mitteilung der Kommission über die Grundlagendokumente der Richtlinie des Rates 89/106/EWG. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. C 62/1 ff vom 28.02.1994

[9] Kuhlmann, K.: Ein leistungsfähiger und umweltfreundlicher Baustoff. Beton 48 (1998) Heft 5, S. 289-294

[10] Sprung, S.; Rechenberg, W.; Bachmann, G.: Umweltverträglichkeit von Zement. Zement-Kalk-Gips 47 (1994), Heft 8, S. 456-461

[11] Sprung, S.; Rechenberg, W.: Einbindung von Schwermetallen in Sekundärstoffen durch Verfestigen mit Zement. Beton 38 (1988), Heft 5, S. 193-198

[12] RILEM-Workshop „Auslaugverhalten von Beton und zementgebundenem Material". Mitteilungen aus dem Forschungsinstitut der Vereinigung der österreichischen Zementindustrie, Heft 42 (1992)

[13] Wang, S. Y.; Vipulanandan, C.: Leachability of lead from solidified cement-fly ash binders. Cement and concrete research 26 (1996) Heft 6, S. 895-905

[14] Rechenberg, W.; Spanka, G.; Thielen, G.: Einbinden organischer Schadstoffe durch Zementverfestigung. Beton 43 (1993) Heft 2, S. 72-76, Heft 3, S. 122-125

[15] Gesetz zur Vermeidung, Verwertung und Beseitigung von Abfällen, Artikel 1, Gesetz zur Förderung der Kreislaufwirtschaft und Sicherung der umweltverträglichen Beseitigung von Abfällen (Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz - KrW-/AbfG) vom 27.09.1994. Bundesgesetzblatt 1994, Teil I, S. 2705-2728

[16] Rockholz, A.: Das neue Kreislaufwirtschafts- und Abfallgesetz (herausgegeben vom DIHT). Bonn, 1995

[17] Hohberg, I.; Müller, C.; Schießl, P.: Umweltverträglichkeit zementgebundener Baustoffe. Schriftenreihe des Deutschen Ausschusses für Stahlbeton, Heft 458, Berlin, 1996

[18] de Groot, G. J. [et al.]: Development of a leaching method for the determination of the environmental quality of concrete. Final report of the third framework programme measurement and testing (MAT1 CT93-0026). 01.01.1994-31.12.1996

[19] Auslaugvorgängen weiter auf der Spur. VDZ-Mitteilungen (1997) Nr. 104, S. 4

[20] Wastewater Technology Centre (Hrsg.): Compendium of Waste Leaching Tests. Environmental Protection Series EPS 3/HA/7, Kanada, 1990

[21] van der Sloot, H. A.; Heasman, L.; Quevauviller, P. (Hrsg.): Harmonization of leaching/extracting standards. Elsevier-Verlag, Amsterdam (1997)

[22] WASCON '97, 04.-06.06.1997, Houthem, Niederlande

[23] Schießl, P.: Entwicklung eines Auslaugungsverfahrens zur Bestimmung der Umweltverträglichkeit von Beton (Umweltverträglichkeit von Flugaschebeton). RWTH Aachen, EU-Forschungsvorhaben MAT1-CT93-0026, 01.01.94-31.12.96

[24] van der Sloot, H. A.: Developments in evaluating environmental impact from utilization of bulk inert wastes using laboratory leaching tests and field verification. Waste Management 16 (1996) Heft 1-3, S. 65-81

[25] CEN TC 292 WG 2: Characterization of waste – Leaching – Compliance test for leaching of granular waste materials – Determination of the leaching of constituents from granular waste materials and sludges. Entwurf Mai 1995

[26] DIN 1164, Teil 1: Zement: Zusammensetzung, Anforderungen (10.94)

[27] Bauprodukte und Umweltverträglichkeit. VDZ-Mitteilungen (1998) Nr. 106, S. 5-6

[28] Deutsches Institut für Bautechnik (Hrsg.): Jahresbericht 1997. Berlin, 1998

[29] CEN TC 154 SC 6: prEN 1744-3 (draft). Tests for chemical properties of aggregates, part 3: Preparation of eluates by leaching of aggregates. Entwurf Juni 1998

[30] DIN 38414, Teil 4: Deutsche Einheitsverfahren zur Wasser-, Abwasser- und Schlammuntersuchung, Schlamm und Sedimente (Gruppe S), Bestimmung der Eluierbarkeit mit Wasser -S 4- (10.84)

[31] Breitenbücher, R.; Springenschmid, R.; Dorner, H. W.: Verringerung der Auslaugbarkeit von Spritzbeton im Tunnelbau durch besondere Auswahl von Zementen und Betonzusätzen. Beton-Informationen (1992), Heft 1, S. 10-15

[32] Goetz, D.; Gläseker, W.: Perkolationsverfahren zur Auslaugung von Mineralstoffen. Straße und Autobahn 45 (1994), Heft 10, S. 605-608

[33] Bialucha, R.; Spanka, G.: Trogverfahren zur Auslaugung von Mineralstoffen. Straße und Autobahn 44 (1993), Heft 5, S. 297-300

[34] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen FGSV (Hrsg.): Umweltverträglichkeit von Mineralstoffen, Teil: Wasserwirtschaftliche Verträglichkeit. FGSV-Arbeitspapier 28/1, Köln, 1994

[35] Verordnung über Trinkwasser und über Wasser für Lebensmittelbetriebe (Trinkwasserverordnung – TrinkwV). Bundesgesetzblatt (1990), Teil I, S. 2613 ff

[36] DIN 1045: Beton und Stahlbeton; Bemessung und Ausführung (10.88)

[37] Industrieverband Bauchemie und Holzschutzmittel e.V. (Hrsg.): Betonzusatzmittel und Umwelt. Frankfurt, 2. Auflage 1995

[38] Organische Substanzen werden nur in Spuren ausgelaugt. VDZ-Mitteilungen (1996) Nr. 102, S. 7

[39] Verein Deutscher Zementwerke e.V. (Hrsg.): Tätigkeitsbericht 1993-1996. Düsseldorf, 1996

[40] Umweltbundesamt (Hrsg.): Daten zur Umwelt 1992/93. Berlin, 1994

[41] Frías, M.; Sánchez de Rojas, M. I.; García, N.; Luxán, M. P.: Contribution of toxic elements: Hexavalent Chromium in materials used in the manufacture of cement. Cement and Concrete Research 24 (1994) Heft 3, S. 533-541

[42] Kersting, K.; Adelmann, M.; Breuer, D.: Bestimmung des Chrom(VI)-Gehaltes in Zementen. Staub – Reinhaltung der Luft 54 (1994) Heft 11, S. 409-413

[43] Pisters, H.: Chrom im Zement und Chromatekzem. Zement-Kalk-Gips 19 (1966) Heft 10, S. 467-472

[44] Technische Regeln für Gefahrstoffe TRGS 613: Ersatzstoffe, Ersatzverfahren und Verwendungsbeschränkungen für chromathaltige Zemente und chromathaltige zementhaltige Zubereitungen. Stand April 1993

[45] Klaska, R.: Erfahrung mit der Herstellung von chromatarmen Zementen. Vortrag auf dem 7. Güteüberwachungsseminar des VDZ, Düsseldorf, 18.06.98

[46] Länderarbeitsgemeinschaft Abfall LAGA (Hrsg.): Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen / Abfällen. 1994

[47] NEN 7341: 1995: Leaching characteristics of solid earthy and stony building and waste materials – Leaching tests: Determination of the availlbility for leaching of inorganic components. Niederlande, 1995

[48] NEN 7345: 1995: Leaching characteristics of soil and stony building and waste materials – Leaching tests: Determination of the leaching of inorganic components from building and monolithic waste materials with the diffusion test. Niederlande, 1995

[49] Weber, R.; Bilgeri, P.; Kollo, H.; Vißmann, H.-W.: Hochofenzement – Eigenschaften und Anwendungen im Beton. Verlag Bau und Technik, Düsseldorf, 2. Auflage 1998

[50] Romberg, H.: Zementsteinporen und Betoneigenschaften. Beton-Informationen 18 (1978), Heft 5, S. 50-59

[51] Brodersen, H. A.: Zur Abhängigkeit der Transportvorgänge verschiedener Ionen im Beton von Struktur und Zusammensetzung des Zementsteins. Dissertation RWTH Aachen, 1982

[52] Kollo, H.; Geiseler, J.: Dauerhafter Beton mit Hochofenzement. TIZ International 115 (1991), Heft 11, S. 452-457

[53] Geiseler, J.; Lang, E.: Long-term durability of non-entrained concrete structures exposed to marine environments and freezing and thawing cycles. 3rd CANMET/ACI International Conference on Durability of Concrete, Nice, France, May 22-28, 1994

[54] Ehrenberg, A.; Lang, E.: Weiterentwicklung von Hochofenzementen im Hinblick auf ihre Anfangsfestigkeit. Beton-Informationen 36 (1996) Heft 1/2, S. 12-18

[55] Deutscher Verein des Gas- und Wasserfaches e.V. (Hrsg.): DVGW-Arbeitsblatt W 151, Ausgabe 7/75, Eignung von Oberflächenwasser für die Trinkwasserversorgung

[56] Rat der Europäischen Gemeinschaften (Hrsg.): Richtlinie des Rates vom 15.07.1980 über die Qualität von Trinkwasser für den menschlichen Gebrauch. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 229/11-29 vom 30.08.1980

[57] Grube, H.; Spanka, G.: Zementgebundene Baustoffe im Trinkwasserbereich. Beton 48 (1998) Heft 6, S. 342-348

[58] Streit über Strahlenrisiko. Frankfurter Rundschau vom 14.07.98

[59] Brandt, J.; Rechenberg, W.: Umwelt, Radioaktivität, Beton. Beton-Verlag, Düsseldorf, 1994

[60] Keller, G.; Muth, H.: Der Einfluß der natürlichen Radioaktivität der Baustoffe auf die Strahlenexposition der Bevölkerung. Bauphysik 5 (1983), Heft 2, S. 39-42

[61] Keller, G.: Einfluß der natürlichen Radioaktivität. Arcus (1984), Heft 5, S. 249-256

[62] Keller, G.; Muth, H.: Natürliche Radioaktivität. in: J. Beckert, F. P. Mechel, H.-O. Lamprecht (Hrsg.): Gesundes Wohnen, Beton-Verlag, Düsseldorf, 1986

[63] Keller, G.: Die Strahlenexposition der Bevölkerung durch Baustoffe unter besonderer Berücksichtigung von Sekundärrohstoffen. VGB Kraftwerkstechnik 74 (1994), Heft 8, S. 717-720

[64] Krieger, R.: Radioaktivität von Baustoffen. Betonwerk + Fertigteiltechnik 47 (1981), Heft 8, S. 468-473

[65] Reiter, R.: Natürliche Radioaktivität im Rauminnern, eine Gefahr? Bauphysik 6 (1984), Heft 4, S. 115-121, Heft 5, S. 169-175

[66] Vinkeloe, R.: Radioaktivität von Baustoffen. Beton-Informationen 27 (1987), Heft 1, S. 3-7

[67] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 1996. Bonn, 1997

[68] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung, Jahresbericht 1992. Bonn, 1993

[69] Upton, A. C.: Strahlenrisiko im Alltag. Spektrum der Wissenschaft (1982) Heft 4, S. 28-37

[70] Jacobi, W.: Lungenkrebs nach Bestrahlung: Das Radon-Problem. Naturwissenschaften 73 (1986) S. 661-668

[71] Verordnung über den Schutz vor Schäden durch ionisierende Strahlen (Strahlenschutzverordnung – StrlSchV) vom 13.10.1976, ergänzt durch die am 27.05.1989 verkündete „Zweite Verordnung zur Änderung der Strahlenschutzverordnung"

[72] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Nachhaltige Entwicklung in Deutschland. Bonn, 1998

[73] Römpp Chemie-Lexikon. Thieme-Verlag, Stuttgart, 9. Auflage, 1989-1992

[74] Bundesamt für Strahlenschutz (Hrsg.): Natürliche Umgebungsstrahlung in Deutschland. Infoblatt 3/97, Salzgitter, 1997

[75] Bundesamt für Strahlenschutz (Hrsg.): Radon – ein natürliches Radionuklid. Infoblatt 5/90, Salzgitter, 1990

[76] Umweltbundesamt (Hrsg.): Daten zur Umwelt, Ausgabe 1997. E. Schmidt Verlag, Berlin, 1997

[77] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Radon – Ein natürlich radioaktives Gas. Bonn, 1990

[78] Bundesamt für Strahlenschutz (Hrsg.): Jahresbericht 1991. Salzgitter, 1992

[79] Bundesamt für Strahlenschutz (Hrsg.): Strahlenexposition und mögliches Lungenkrebsrisiko durch Inhalation von Radon-Zerfallsprodukten in Häusern, Empfehlung der Strahlenschutzkommission (1985). Bauphysik 8 (1986) Heft 2, S. 59-61

[80] Bundesamt für Strahlenschutz (Hrsg.): Jahresbericht 1992. Salzgitter, 1993

[81] Bundesamt für Strahlenschutz (Hrsg.): Radon in Häusern. Infoblatt 6/90, Salzgitter, 1990

[82] Bundesamt für Strahlenschutz (Hrsg.): Strahlenschutzgrundsätze zur Begrenzung der Strahlenexposition durch Radon und seine Zerfallsprodukte in Gebäuden. Empfehlung der Strahlenschutzkommission, Salzgitter, 1994

[83] Neroth, G. et al.: Einfluß der natürlichen Strahlung in Wohnhäusern. Abschlußbericht zu einer Forschungsarbeit im Auftrag des Deutschen Instituts für Bautechnik, Berlin, durchgeführt von der Landesgewerbeanstalt Bayern, Stuttgart, 1990

[84] Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): Umweltradioaktivität und Strahlenbelastung im Jahr 1994. Bonn, 1995

[85] Bundesamt für Strahlenschutz (Hrsg.): Jahresbericht 1990. Salzgitter, 1991

[86] Bundesamt für Strahlenschutz (Hrsg.): Jahresbericht 1997. Salzgitter, 1998

[87] Bundesamt für Strahlenschutz (Hrsg.): Jahresbericht 1995. Salzgitter, 1996


[88] Eichenberg, M.: Radon – Ein Leitfaden. Schlema, 1996

[89] Natürliche Radioaktivität in Baumaterialien. Studie im Auftrag des Bundesinnenministeriums. Bauwirtschaft 30 (1976) Heft 43, S. 2115-2117

[90] Keller, G.; Folkerts, K. H.; Muth, H.: Discussing possible standards of natural radioactivity in building materials. Radiation and environmental biophysics 26 (1987) S. 143-150

[91] Schießl, P.; Hohberg, I.: Natürliche Radioaktivität von Baustoffen, insbesondere von Betonen mit industriellen Nebenprodukten. Abschlußbericht BI S-800193-14, RWTH Aachen, 1995

6.3.5.5 Bestandsplan



6.4 Formulare

Formular 6/1: Betriebseinheiten

Vollständige Auflistung aller Betriebseinheiten, die Teil der betreffenden Anlage sind oder von ihr mitbenutzt werden. Für Abgasreinigungseinrichtungen ist zusätzlich das Formular 8/2 zu benutzen.

In Spalte A sind alle Betriebseinheiten anzukreuzen, die vom beantragten Projekt wesentlich berührt werden.

In Spalte B ist die Nr. des Anhangs 1 zur 4. BImSchV einzutragen, der die Betriebseinheit für sich betrachtet zugeordnet werden könnte (z.B. Flüssiggaslagerung (Nr. 9.1) als Betriebseinheit einer Chemiefabrik (Nr. 4.1)) sowie, ob die Betriebseinheit als Anlage der RL 2010/75/EU (IE-Anlage) unterliegt.

Nr.	Betriebseinheit (z. B. Eingangslager, Reaktionsteil I, Verfahrensvariante A, Einzelfeuerung II) Nr. des Gebäudes gemäß Werksplan zugehörige Nummern der Fließbilder und Fundstellen ggf. Bezeichnung anderer Anlagen, die die betreffende Betriebseinheit mitbenutzen	A	B	
			Nr.	IE-Anlage
1	a) Mischbett und Lagerhallen	☐		☐
	b)			
	c)			
	d)			
2	a) Trockentrommel	☒		☐
	b)			
	c)			
	d)			
3	a) Silos der Trockentrommel	☒		☐
	b)			
	c)			
	d)			
4	a) Fördereinrichtung zur Rohmehlmühle	☐		☐
	b)			
	c)			
	d)			
5	a) Silos der Rohmehlmühle	☐		☐
	b)			
	c)			
	d)			

6	a) Rohmehlmühle (Walzenschüsselmühle)	☐		☐
	b)			
	c)			
	d)			

Formular 6/1: Betriebseinheiten

Vollständige Auflistung aller Betriebseinheiten, die Teil der betreffenden Anlage sind oder von ihr mitbenutzt werden. Für Abgasreinigungseinrichtungen ist zusätzlich das Formular 8/2 zu benutzen.

In Spalte A sind alle Betriebseinheiten anzukreuzen, die vom beantragten Projekt wesentlich berührt werden.

In Spalte B ist die Nr. des Anhangs 1 zur 4. BImSchV einzutragen, der die Betriebseinheit für sich betrachtet zugeordnet werden könnte (z.B. Flüssiggaslagerung (Nr. 9.1) als Betriebseinheit einer Chemiefabrik (Nr. 4.1)) sowie, ob die Betriebseinheit als Anlage der RL 2010/75/EU (IE-Anlage) unterliegt.

Nr.	Betriebseinheit (z. B. Eingangslager, Reaktionsteil I, Verfahrensvariante A, Einzelfeuerung II) Nr. des Gebäudes gemäß Werksplan zugehörige Nummern der Fließbilder und Fundstellen ggf. Bezeichnung anderer Anlagen, die die betreffende Betriebseinheit mitbenutzen	A	B	
			Nr.	IE-Anlage
7	a) Rohmehlsilos	☐		☐
	b)			
	c)			
	d)			
8	a) Wärmetauscher	☒		☐
	b)			
	c)			
	d)			
9	a) Drehofen mit Brennerbühne und Kühler	☒		☐
	b)			
	c)			
	d)			
10	a) Klinkerlagerung	☐		☐
	b)			
	c)			
	d)			
11	a) Zementmühle 1 und Zementmühle 2	☐		☐
	b)			
	c)			
	d)			
12	a) Zementsilos	☐		☐
	b)			

Formular 6/1: Betriebseinheiten

Vollständige Auflistung aller Betriebseinheiten, die Teil der betreffenden Anlage sind oder von ihr mitbenutzt werden. Für Abgasreinigungseinrichtungen ist zusätzlich das Formular 8/2 zu benutzen.

In Spalte A sind alle Betriebseinheiten anzukreuzen, die vom beantragten Projekt wesentlich berührt werden.

In Spalte B ist die Nr. des Anhangs 1 zur 4. BImSchV einzutragen, der die Betriebseinheit für sich betrachtet zugeordnet werden könnte (z.B. Flüssiggaslagerung (Nr. 9.1) als Betriebseinheit einer Chemiefabrik (Nr. 4.1)) sowie, ob die Betriebseinheit als Anlage der RL 2010/75/EU (IE-Anlage) unterliegt.

Nr.	Betriebseinheit (z. B. Eingangslager, Reaktionsteil I, Verfahrensvariante A, Einzelfeuerung II) Nr. des Gebäudes gemäß Werksplan zugehörige Nummern der Fließbilder und Fundstellen ggf. Bezeichnung anderer Anlagen, die die betreffende Betriebseinheit mitbenutzen	A	B	
			Nr.	IE-Anlage
13	a) Filteranlage	☒		☐
	b)			
	c)			
	d)			
	a)	☐		☐
	b)			
	c)			
	d)			
	a)	☐		☐
	b)			
	c)			
	d)			
	a)	☐		☐
	b)			
	c)			
	d)			
	a)	☐		☐
	b)			
	c)			
	d)			

Formular 6/2: Apparateliste für Reaktoren, Behälter, Pumpen, Verdichter u.ä.

Die Kurzzeichen sollen - soweit zutreffend - EN ISO 10628, Anhang D, entsprechen. Sie sind einheitlich und auf Dauer (auch bei Änderungsanträgen) in Fließbildern, Apparateaufstellungsplänen etc. zu verwenden.

Neue oder zu ändernde Apparate sind in der 2. Spalte anzukreuzen. Alle Angaben gelten grundsätzlich für die stoffberührte Seite (z. B. Reaktionsmischung), bei mehreren stoffberührten Seiten (z. B. Wärmeaustauscher) sind mehrere Zeilen auszufüllen. Für Pumpen, Verdichter u.ä. sind statt des Inhaltes die max. Ansaugmengen (273 K, 1013 hPa) anzugeben (*). Zulässiger Betriebsdruck, Ansprechdruck einer Sicherheitseinrichtung gegen Drucküberschreitung (wie im Fließbild dargestellt) und maximaler Arbeitsdruck sind als Absolutdruck anzugeben. Die letzte Spalte enthält Querverweise auf weitere textliche Erläuterungen, Apparatezeichnungen, Werkstoffnachweise etc., soweit vorhanden.

Kurz-zeichen	Neu / Änd.	Bezeichnung/verfahrenstechnische Aufgabe	Inhalt bzw. Ansaug-menge	Zul. Betriebs-druck	Zul. Betriebs-tempera-tur	Ansprech-druck der Sicher-heitsein-richtung	max. Arbeits-druck	max. Arbeits-temp.	Hauptwerkstoffe	Detail-info in Kapitel
Nr.			m^3; m^3/h*	bar	°C	bar	bar	°C		Nr.
33.1	☐	SCR-Katalysator						400		6.3.1
	☐									
	☐									
	☐									
	☐									
	☐									
	☐									
	☐									
	☐									
	☐									
	☐									

Formul6/3: Apparateliste für Geräte, Maschinen, Einrichtungen etc.

Die Kurzzeichen sollen - soweit zutreffend - EN ISO 10628, Anhang D (März 2001) entsprechen. Sie sind einheitlich und auf Dauer (auch bei Änderungsanträgen) in Fließbildern, Apparateaufstellungsplänen etc. zu verwenden.

Neue oder zu ändernde Apparate sind in der 2. Spalte anzukreuzen. Wesentliche Merkmale sind insbesondere: Bautyp, Konstruktionsmerkmale, Leistungs- und Kapazitätsangaben, Werkstoffe, Ausstattung, Ausrüstung, Angaben zur Funktion und Bedienung.

Die letzte Spalte enthält Querverweise auf weitere textliche Erläuterungen, Apparatezeichnungen, Werkstoffnachweise etc., soweit vorhanden.

Kurz-zeichen Nr.	Neu / Änd.	Bezeichnung/verfahrenstechnische Aufgabe	Wesentliche Merkmale	Detailinfo in Kapitel Nr.
xxx	☒	Frischluftgebläse der Kreislaufentlastungsanlage		6.3.2
xxx	☒	Stützventilator der Kreislaufentlastungsanlage		6.3.2
32.4	☒	Filter der Kreislaufentlastungsanlage		6.3.2
32.5-32.8	☒	Abtransport vom Vorwärmerkalk aus dem Filter der Kreislaufentlastungsanlage		6.3.2
33.1	☒	Reduktionsmitteleindüsung an der obersten Zyklonstufe		6.3.1
xxx	☒	Wassereindüsung in Gasleitung vor Systemventilator		6.3.1
33.2, 33.3	☒	Heißgasfilter der HGF-SCR-Anlage		6.3.1
xxx	☒	Stützventilator der HGF-SCR-Anlage		6.3.1
33.4-33.7, 33.12-33.20	☒	Abtransport vom Heißgasfilterstaub aus dem Heißgasfilter		6.3.1
23.1, 23.2	☒	Andockstationen der Walking-Floor-Anlage		6.3.2
xxx	☒	Bandwaage der Walking-Floor-Anlage		6.3.2

Kurz-zeichen Nr.	Neu / Änd.	Bezeichnung/verfahrenstechnische Aufgabe	Wesentliche Merkmale	Detailinfo in Kapitel Nr.
23.10	☒	Durchblasschleuse der Walking-Floor-Anlage		6.3.2
	☐			

7 Stoffe, Stoffmengen, Stoffdaten

7.1 Einsatzstoffe

7.1.1 Eingesetzte genehmigte Rohstoffe

Beim Erreichen der maximalen genehmigten Anlagenleistung von 650 t/h an Klinker werden ca. 398580 t/a Rohmehl benötigt. Dieses Rohmehl besteht grundsätzlich aus mehreren Rohstoffkomponenten wie:

- Kalkstein
- Siliziumoxidträger (z. Bsp. Grubensand, Gießereialtsand, Quarzsandfüller)
- Eisenoxidträger (z. Bsp. Eisenerz, technisches Eisenoxid)
- Gips (falls erforderlich)

Bei dem Einsatzstoff Eisenoxidträger wird eine Erhöhung der Einsatzmenge auf 6.000 t/a beantragt.

7.1.2 Eingesetzte genehmigte Brennstoffe

Beim Erreichen der maximalen genehmigten Anlagenleistung von 650 t/d an Klinker und einem Wärmeverbrauch von 108 GJ/h wird ein Massenstrom von ca. 38.739 t/a an Regelbrennstoffen benötigt.

Der Einsatz von Sekundärbrennstoffen ist bis zum Anteil von 60% der FWL begrenzt und die Jahreseinsatzmenge darf 42.223 t nicht überschreiten.

Tabelle 7.1: Brennstoffmengengerüst

Brennstoff	**Genehmigt**	**Geplant**
Ofenkapazität	650 t Klinker / Tag	650 t Klinker / Tag
EBS-Einsatzrate	max. 60% der Feuerungswärmeleistung	bis zu 100% der Feuerungswärmeleistung
Massenströme der Brennstoffe		
Regelbrennstoff (Kohlenstaub, Gas)	100 % der FWL	100 % der FWL
Fluff	max. 60% der FWL, entspr. max. 2,955 t/h entspr. max. 25.886 t/a	-
Fluff hochkalorisch	-	max. 100% FWL, entspr. max. 4,92 t/h entspr. max. 43.099 t/a
Fluff mittelkalorisch	-	max. 60% FWL, entspr. max. 4,06 t/h entspr. max. 35.566 t/a
Tiermehl	max. 30% FWL, entspr. max. 1,47 t/h entspr. max. 12.877 t/a	max. 50% FWL, entspr. max. 2,90 t/h entspr. max. 25.404 t/a
Trockenklärschlamm	max. 10% FWL, entspr. max. 0,89 t/h entspr. max. 7.796 t/a	max. 20% FWL, entspr. max. 1,97 t/h entspr. max. 17.257. t/a
Holzspäne	-	max. 20% FWL, entspr. max. 1,28 t/h entspr. max. 11.213 t/a
Flugasche	max. 2% FWL, entspr. max. 1,47 t/h entspr. max. 12.877 t/a	entfällt
Ölverunreinigte Bleicherde	max. 5,6 % FWL, entspr. max. 0,5 t/h entspr. max. 4.380 t/a	entfällt

Die gleichzeitige Inanspruchnahme der oben genannten maximalen Einsatzmengen ist nicht möglich. Zum Brennen von Zementklinker sind sehr hohe Temperaturen mit stabilen Temperaturgradienten erforderlich, um Klinker zu brennen und anschließend Zement herzustellen, der den heutigen Marktanforderungen entspricht. Erfahrungsgemäß wird das nur mit Brennstoffgemischen erreicht (potenzielle Ausnahmen: Betrieb mit Regelbrennstoffen sowie Betrieb mit Fluff hochkalorisch).

7.2 Stoffdaten

Da sich beim Fluff, dem Tiermehl und dem Trockenklärschlamm um bereits genehmigte Sekundärbrennstoffe handelt, wird auf die Erstellung der weiteren Formblätter verzichtet.

Beim Einsatz von Holzspänen handelt sich um eine thermische Verwertung eines Ersatzbrennstoffs mit einem Biomasseanteil bis zu 100%. Antragsgegenstand sind zwei Abfallschlüsselnummern für ausschließlich unbelastete, nicht gefährliche Qualitäten.

7.3 Zwischen-, Neben- und Endprodukte

Die genehmigte Produktionsleistung von max. 650 t/d Klinker wird durch die beantragte Änderung der Anlage nicht verändert.

Die beantragte Erhöhung der Einsatzmengen von Einsatzstoffen wie Hüttensand und Hüttensandmehl dient zur vermehrten Herstellung klinkereffizienter Zemente mit reduzierter CO_2-Last. Je nach Zementsorte und zulässigen Einsatzmengen gemäß der Zementnormen kann durch Hüttensand und Hüttensandmehl Klinker im Rahmen der Zementherstellung substituiert werden. Das führt zu Reduzierung des spezifischen Rohstoff- und Energieverbrauchs wie auch des CO_2-Fußabdrucks unseres Zementsortiments.

Die bisher genehmigten Einsatzmengen von Hüttensand und Hüttensandmehl sollen in der Summe auf 25.000 t/a erhöht werden.

Zur Sicherstellung der Lieferfähigkeit im Falle von Anlagenausfällen sind im Rahmen von Krisenmanagement und als Vorsorgemaßnahme der Zukauf von jeweils bis zu 300 t/d Zement und Klinker über einen Zeitraum von 3 Monaten bereits genehmigt. Die Mengenangaben beziehen sich sowohl auf den Klinker- wie auch Zementzukauf, allerdings ohne kumulative Geltung. Es wird beantragt, die Zukaufsmenge je Stoff auf bis zu 600 t/d zu erhöhen. Die jährlichen Gesamtmengen ändern sich nicht (Klinker 21.600 t/a und Zement 21.600 t/a).

7.4 Abfälle

Bei den vorstehend beschriebenen Materialien und Stoffen handelt sich um sortenreine Einsatzstoffe bzw. zugekaufte Zwischenprodukte oder Fertigprodukte.

Die Produktion von Zementklinker und Zementen erfolgt grundsätzlich reststofffrei.

Die Entsorgung von bspw. Verpackungen (u.a. Folien) sowie von verbrauchten Betriebsstoffen erfolgt über qualifizierte Entsorgungsfachbetriebe. In Bezug hierauf ergeben sich durch das beantragte Vorhaben keine Veränderungen. Daher wird auf das Ausfüllen des Formulars 7/4 verzichtet.

7.5 Formulare

Formular 7/1: Art und Jahresmenge der Eingänge

Hier sind alle Einsatzstoffe des beantragten Vorhabens aufzulisten und durchzunummerieren: Rohstoffe R 1, R 2 etc., Brennstoffe B, Hilfsstoffe H (z. B. Katalysatoren, Lösungsmittel). Bei Abfallverwertungsanlagen ist der Rohstoff gleich eingehender Abfall RA. Eine einmal gewählte Nummer soll auf Dauer beibehalten werden und muss innerhalb einer Anlage eine eindeutige Zuordnung zu einem Stoff erlauben. Die Kurzbezeichnungen sind in Fließbildern, in der Verfahrensbeschreibung und bei den Stoffdatenblättern einheitlich zu verwenden. Für jeden Stoff sind alle emissions-, sicherheits- und abfallrelevanten Komponenten anzugeben.

Komponenten von z. B. R 1 heißen R 1.1, R 1.2 etc. Die Spalte "insgesamt" bezieht sich auf die Gesamtanlage. Die Mittelwerte in Gewichtsprozent müssen sich für jeden Stoff zu 100 % addieren. Die letzte Spalte ist anzukreuzen, wenn den Antragsunterlagen Sicherheitsdatenblätter (SDB) für den Stoff bzw. die Komponente beigefügt sind (für jede Komponente bitte eine eigene Tabellenzeile verwenden).

Nr.	Name des Stoffes - Name der Komponente	Stoffmenge (t/a)		Komponente (Gew. %)		SDB
		zusätzlich	insgesamt	Mittelwert	Max.Wert	
H 10 H 10.1 H 10.2 H 10.3	Natronlauge techn. - Natriumhydroxid - Wasser - Natriumchlorid	100	200	20,0 79,9 00,1	22,0 82,0 00,2	x x x
R 1	Rohmehl		398580			☐
R 1.1	Kalkstein			90,5		☐
R 1.2	Quarzsand alternativ Gießereialtsand			7,5		☐
R 1.3	Eisenoxidträger	2500	6000	1,5	2,5	☐
						☐
B 1	Brennstoff (fossil)		38739			☐
B 1.1	Staubkohle		38667		100	☐
B 1.2	Erdgas (Anfahrbetrieb)		72			☐
						☐
B 2	Brennstoff (Sekundärbrennstoff)				100	☐
B 2.1	Tiermehl	12.527	25.404		50	☐
B 2.2	Fluff (hochkalorisch)	17.213	43.099		100	☐
B 2.3	Fluff (mittelkalorisch)	36.566	35.566		60	☐
B 2.4	Trockenklärschlamm	9461	17.257		20	☐
B 2.5	Holzspäne	11.213	11.213		20	☐
	Summe Eingänge:					

Formular 7/2: Art und Jahresmenge der Ausgänge

Hier sind alle Produkte und Abgänge des beantragten Vorhabens aufzulisten und durchzunummerieren:
Produkte P 1, P 2 etc., Nebenprodukte N, Abfälle zur Verwertung A_V, Abfälle zur Beseitigung A_B, Abwasser W, Emissionen E.
Komponenten von z. B. A 1 heißen A 1.1, A 1.2 etc.
Weitere Erläuterungen sind dem Formular 7/1 zu entnehmen.
Die Summe der Produktseite muss mit der Summe der Einsatzseite übereinstimmen.
Die Mengenangaben müssen mit den Daten in den Abschnitten 8, 9, 10 und 11 im Einklang stehen.

Nr.	Name des Stoffes - Name der Komponente	Stoffmenge (t/a)		Komponente (Gew. %)		SDB
		zusätzlich	insgesamt	Mittelwert	Max.Wert	
P1	Zemente (alle Sorten)		>300.000			☐
P2	Zement (Zukauf)		21.600			☐
E1	Glühverlust (CO2)		ca. 202000			☐
E2	sonstige Emissionen des Herstellungsprozesses		Siehe 8/1			☐
						☐
						☐
						☐
						☐
						☐
						☐
						☐
						☐
						☐
						☐
						☐
						☐
						☐
	Summe Ausgänge:					

Formular 7/3: Art und Jahresmenge von Zwischenprodukten

Hier sind diejenigen Zwischenprodukte Z1, Z2 etc. aufzulisten und durchzunummerieren, die isoliert und zwischengelagert werden oder von besonderer Relevanz für Anlagensicherheit oder Umweltschutz sind. Die Komponenten von z. B. Z1 heißen Z1.1, Z1.2 etc.

Weitere Erläuterungen sind den Formularen 7/1 und 7/2 zu entnehmen.

Nr.	Name des Stoffes - Name der Komponente	Stoffmenge (t/a)		Komponente (Gew. %)		SDB
		zusätzlich	insgesamt	Mittelwert	Max.Wert	
Z1	Klinker (Otterbein)		237.250			☐
Z2	Gips		12.500			☐
Z3	Prozessstäube	5.000	40.000			☐
Z4	Hüttensandmehl und Hüttensand	10000	25.000			☐
Z5	Klinker (Zukauf)		21.600			☐
						☐
						☐
						☐
						☐
						☐
						☐
						☐
						☐
						☐
						☐
						☐
						☐
						☐
						☐

Formular 7/4: Art und Jahresmenge sonstiger Abfälle

Hier sind solche Abfälle aufzulisten, die wegen ihrer Art und Herkunft normalerweise in den prozessorientierten Stoffbilanzen (insbesondere in den Formularen 7/1, 7/2 und 7/3) nicht erfasst werden, über deren Entsorgungsweg aber dennoch zu entscheiden ist, z. B. Fässer, Säcke und sonstige Verpackungen mit Art und Menge der enthaltenen Restmengen; nicht verwendbare Zwischen- und Endprodukte (u.a. Fehlchargen), Rückstände aus Reinigungs- und Wartungsvorgängen; kontaminierte Körperschutzmittel; verbrauchte Schmiermittel, Filtermaterialien, Filterhilfsmittel, Adsorbentien, Füllkörper, Verschleißteile; verunreinigte Niederschläge aus Auffangwannen; Kühl- und Heizmedien, Wärmeträgeröle, Hydraulikflüssigkeiten. Je nach der wahrscheinlichsten Entsorgungsart sind die Abfallströme mit den Buchstaben A_V (Abfall zur Verwertung) oder A_B (Abfall zur Beseitigung) zu kennzeichnen und unter Ausschluss bereits verwendeter Nummern durchzunummerieren (z. B. A_B 10, A_V 5).

Nr.	Bezeichnung und Beschreibung des Abfalles, Angaben zur Zusammensetzung und Konsistenz, Querverweis auf Erläuterungen in anderen Antragsunterlagen (z. B. Abwasserdaten, Stoffdaten)	Maximal-menge t/a
	trifft nicht zu	

Formular 7/5: Maximaler Hold-up gefährlicher Stoffgruppen pro Betriebseinheit im bestimmungsgemäßen Betrieb

Die maximal möglichen zusätzlich beantragten und nach Genehmigungserteilung insgesamt vorhandenen Stoffmengen sollen pro Betriebseinheit für die gefährlichen Stoffe bzw. Gemische aufgelistet werden. Dabei können insbesondere im Falle von Vielstoffbetrieben und Chemikalienlägern Stoffgruppen mit einem oder mehreren Gefährlichkeitsmerkmalen summarisch erfasst werden, z. B. akut toxisch Kat. 1, karzinogene, explosive, oxidierende, gewässergefährdende Stoffe, extrem/leicht entzündbare Flüssigkeiten, entzündbare Gase, Gas unter Druck. In einer gesonderten Rubrik soll angegeben werden, wie viel sonstige entzündbare Stoffe (Papier, Kartonagen, Holz, organische Stoffe u.ä.) in der betreffenden Betriebseinheit maximal vorhanden sein können. Wenn Stoffe mehrere Gefährlichkeitsmerkmale aufweisen, kann ein Zusatz der folgenden Art zweckmäßig sein; z. B. 100 t "leicht entzündbar", davon 10 t auch "akut toxisch Kat. 1".

Gefährlichkeits-merkmal	Stoff-Nummern gemäß Formular 7/1-7/4	Betriebseinheitsnummer gemäß Formular 6/1	Maximaler hold-up (kg)	
			zusätzlich	insgesamt
	trifft nicht zu			

8 Luftreinhaltung

8.1 Art und Ausmaß von Emissionen

Die Zementdrehofenanlage der Zement- und Kalkwerke Otterbein wird auf Grundlage der 17. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes, 17. BImSchV, betrieben. In §9 sowie in Anlage 3, Nummer 2 der 17. BImSchV sind die Grenzwerte für Anlagen zur Herstellung von Zementklinker geregelt, in denen eine Abfallmitverbrennung erfolgt.

Die zuständige Behörde kann auf Antrag des Betreibers Ausnahmen für einige Komponenten genehmigen, sofern diese Ausnahmen aufgrund der Zusammensetzung der Rohstoffe erforderlich sind und ausgeschlossen werden kann, dass durch die Verbrennung von Abfällen zusätzliche Emissionen dieser Komponenten entstehen.

In Tabelle 8.1 sind die Emissionsgrößen aufgeführt, für die gegenüber dem aktuell genehmigten Stand geänderte Grenzwerte beantragt werden.

Tabelle 8.1: Grenzwerte für Emissionsgrößen mit Änderungen

Parameter	**Genehmigt [mg/Nm³]**	**Geplant [mg/Nm³]**
SO_2 TMW	200[1]	50
SO_2 HMW	350[1]	200
NO_x JMW	200[2]	200
NO_x TMW	200[2]	200[3]
NO_x HMW	800[2]	400[3]
NH_3 TMW	60[2]	30[3]
NH_3 HMW	120[2]	60[3]
Alle Angaben beziehen sich auf den Normzustand bei einem Bezugssauerstoffgehalt von 10 %.		

[1] Gemäß Genehmigungsbescheid mit dem Aktenzeichen *33/Ks-53e 621-4.12* Otterbein-we vom 21.10.2008

[2] Gemäß Genehmigungsbescheid mit dem Aktenzeichen 33.2 53e620 Otterbein-NH3/Aug vom 12.02.2016, zuletzt verlängert im Bescheid mit dem Aktenzeichen *RPKS-33.2-53 e 05 11/1* vom 17.12.2020

[3] Bei betriebsbedingten Ausfallzeiten der HGF-SCR werden Grenzwerte für NO_x und NH_3 in Anlehnung an die TA Luft in der Fassung vom 14. September 2021 beantragt. Die betriebsbedingten Ausfallzeiten dürfen maximal 5 % der Ofenlaufzeit betragen. Während dieser Zeiten wird die Abgasreinigung mittels SNCR-PLUS-Technologie gewährleistet. Es gelten abweichende Grenzwerte: NOx TMW: 350 mg/Nm^3, NH_3 TMW: 50 mg/Nm^3

In Tabelle 8.2 sind die Emissionsgrößen aufgeführt, für die gegenüber dem aktuell genehmigten Stand keine geänderten Grenzwerte beantragt werden.

Tabelle 8.2: Grenzwerte für Emissionsgrößen ohne Änderungen

Parameter	**Genehmigt [mg/Nm^3]**	**Geplant [mg/Nm^3]**
kontinuierliche Messungen		
Staub TMW	10	10
Staub HMW	30	30
CO TMW	3.000	3.000
CO HMW	4.500	4.500
Hg TMW	0,05	0,05
Hg HMW	0,03	0,03
wiederkehrende Messungen		
Gruppe 1 Cd, Tl Grenzwert	0,05	0,05
Gruppe 2 Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn Grenzwert	0,50	0,50
Gruppe 3 As, Benzo(a)pyren, Cd, Co, Cr Grenzwert	0,05	0,05
Tl Grenzwert	0,048	0,048
PCDD/F Grenzwert	0,1	0,1
gasf. anorg. Fluorverbindungen TMW	1	1
gasf. anorg. Fluorverbindungen HMW	4	4
gasf. anorg. Chlorverbindungen TMW	10	10

Parameter	Genehmigt [mg/Nm^3]	Geplant [mg/Nm^3]
gasf. anorg. Chlorverbindungen HMW	60	60
Σ C organischer TMW	10	10
Σ C organischer HMW	20	20
Benzol	5[1]	5[1]
Alle Angaben beziehen sich auf den Normzustand bei einem Bezugssauerstoffgehalt von 10 %.		

[1] Zielwert: 1 mg/Nm^3

Bezugnehmend auf die vorgestehend dargestellten Aspekte erfolgt in der Umweltverträglichkeitsvorprüfung der VDZ Technology gGmbH (siehe Abschnitt 20.1 dieses Antrags) u.a.

- die Darstellung von möglichen Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf die Schutzgüter (Abschnitt 4 des Technischen Berichts);
- eine detaillierte Bewertung der zukünftigen Emissionssituation am Standort - (Abschnitt 5 des Technischen Berichts) sowie
- eine detaillierte Bewertung der zukünftigen Immissionssituation am Standort (Abschnitt 6 des Technischen Berichts).

8.2 Emissionsminderungsmaßnahmen

Die vorhandenen und geplanten Einrichtungen zur Emissionsminderung sind detailliert in der Umweltverträglichkeitsvorprüfung in Kapitel 20 (Abschnitte 2.2.1 sowie 2.2.2. des Technischen Berichts) dargelegt.

8.3 Emissionsquellenplan

Der Emissionsquellenplan ist mit den Emissionsquellen an das Kapitel angefügt. Die Quellen auf diesem Plan sind mittels „EQ“ gekennzeichnet. Im Genehmigungsantrag sind die zementspezifischen Emissionsquellen mit der Bezeichnung ZQ beschrieben. Die im Emissionsquellenplan mit EQ gekennzeichneten Quellen sind in Tabelle 8.3 den zementspezifischen Emissionsquellen zugeordnet.

Tabelle 8.3: Zuordnung der Emissionsquellen (EQ) zu den zementspezifischen Emissionsquellen (ZQ)

Emissionsquellen-plan Nummer (EQ)	Quellbezeichnung Umweltverträglichkeits-vorprüfung
EQ30	
EQ195	
EQ65	ZQ2
EQ66	ZQ3
EQ67	ZQ4
EQ68	ZQ5
EQ106	ZQ9
EQ105	ZQ10
EQ104	ZQ11
EQ107	ZQ12
EQ101	ZQ13
EQ103	ZQ14
EQ73	ZQ15
EQ74	ZQ16
EQ82	ZQ19
EQ78	ZQ20
EQ76	ZQ21
EQ77	ZQ22
EQ91	ZQ23
EQ90	ZQ24
EQ87	ZQ25
EQ88	ZQ26
EQ85	ZQ27
EQ12	ZQ28
EQ13	ZQ28a

EQ19	ZQ29
EQ22	ZQ30
EQ102	ZQ33
EQ14	ZQ35
EQ15	ZQ35a
EQ24	ZQ36
EQ26	ZQ37
EQ69	ZQ39
EQ72	ZQ40
EQ79	ZQ42
EQ83	ZQ43

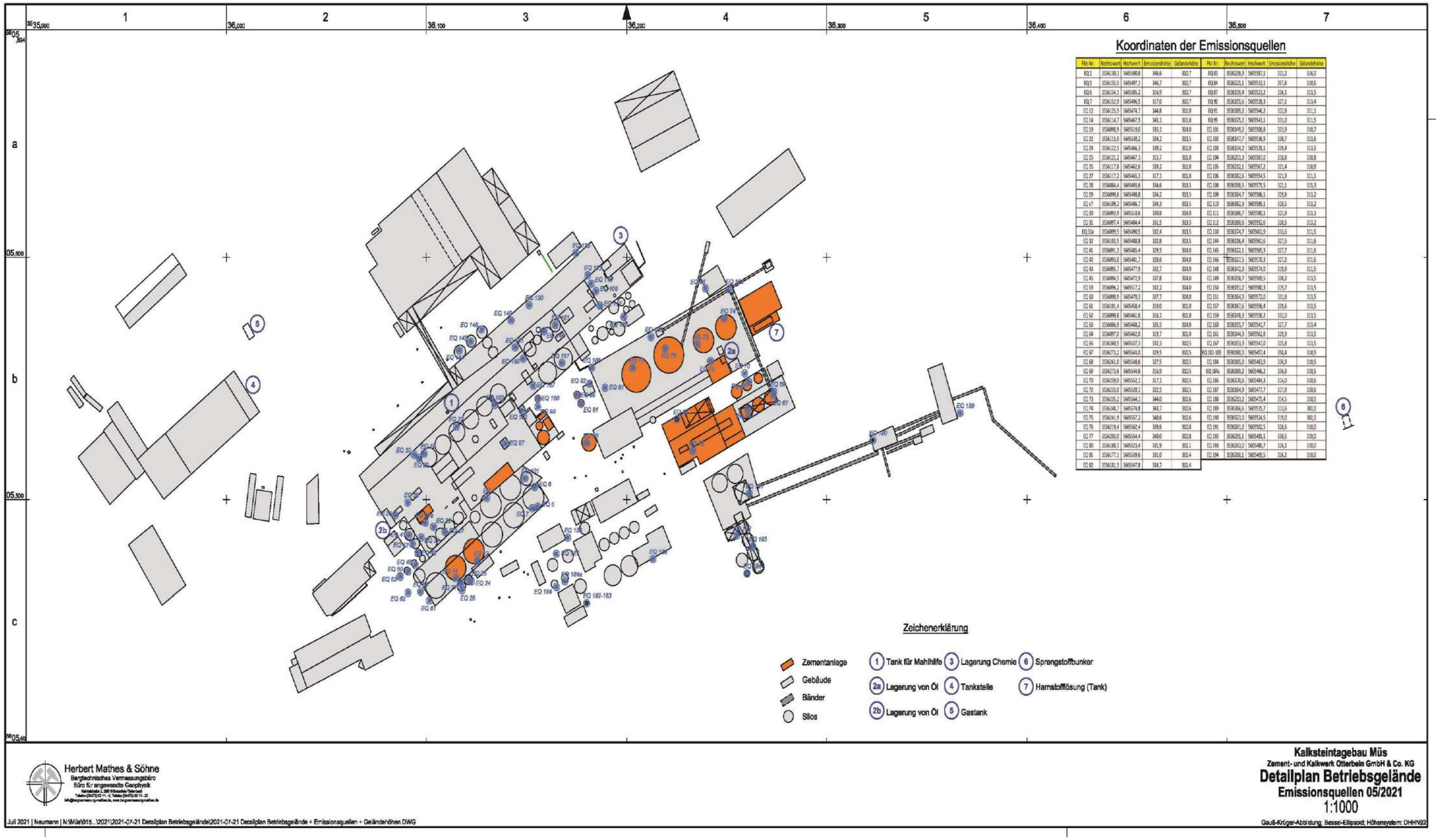
8.4 Luftschadstoffimmissionen

Die Emissionsgrenzwerte werden auch in Zukunft sicher eingehalten werden. Durch die Installation der geplanten Anlagen (HGF-SCR-Anlage sowie Anlage zur Kreislaufentlastung) kommt es zu einer Verringerung von Luftschadstoffemissionen (NO_x, SO_2, NH_3).

In der Umweltverträglichkeitsvorprüfung der VDZ Technology gGmbH (siehe Abschnitt 20.1 dieses Antrags) werden die diesbezüglich relevanten Aspekte adressiert. Es erfolgt u.a. eine detaillierte Bewertung der zukünftigen Immissionssituation am Standort (Abschnitt 6 des Technischen Berichts).

8.5 Emissionen und Immissionen von Gerüchen

Durch das beantragte Vorhaben kommt es zu keiner zusätlichen Geruchsemmission bzw Immission. Nähere Angaben zu Emissionen und Immissionen von Gerüchen sind in der Umweltverträglichkeitsvorprüfung in Kapitel 20 (Abschnitt 4.2.2. des Technischen Berichts) dargestellt.



Pkt-Nr.	Rechtswert	Hochwert	Emissionshöhe	Geländehöhe
EQ 1	3536130,1	5605500,8	346,6	310,7
EQ 5	3536155,5	5605497,1	346,7	310,7
EQ 6	3536154,1	5605505,2	316,9	310,7
EQ 7	3536152,9	5605496,5	317,0	310,7
EQ 12	3536125,5	5605474,7	344,8	311,0
EQ 14	3536114,7	5605467,5	345,1	311,0
EQ 19	3536098,9	5605519,6	335,1	314,0
EQ 22	3536115,0	5605530,2	334,2	313,5
EQ 24	3536122,5	5605466,3	339,2	311,0
EQ 25	3536121,2	5605467,1	343,7	311,0
EQ 26	3536117,8	5605462,6	339,2	311,0
EQ 27	3536117,2	5605465,3	317,1	311,0
EQ 28	3536084,4	5605491,6	334,6	313,5
EQ 29	3536090,6	5605498,8	334,2	313,5
EQ 47	3536109,2	5605486,7	334,3	313,5
EQ 30	3536093,9	5605518,6	330,8	314,0
EQ 31	3536097,4	5605484,4	331,5	313,5
EQ 31a	3536099,5	5605490,5	332,4	313,5
EQ 32	3536103,5	5605488,8	332,8	313,5
EQ 41	3536091,3	5605485,4	329,5	314,0
EQ 42	3536093,0	5605481,7	328,6	314,0
EQ 43	3536095,7	5605477,5	332,7	314,0
EQ 45	3536094,5	5605472,9	337,8	314,0
EQ 59	3536096,2	5605517,2	332,2	314,0
EQ 60	3536090,9	5605470,3	337,7	314,0
EQ 61	3536101,4	5605458,4	319,0	311,0
EQ 62	3536090,8	5605461,6	316,1	311,0
EQ 63	3536086,9	5605468,2	335,5	314,0
EQ 64	3536097,0	5605462,0	319,7	311,0
EQ 65	3536260,5	5605537,3	332,3	310,5
EQ 67	3536273,2	5605543,0	329,5	310,5
EQ 68	3536261,0	5605548,6	327,5	310,5
EQ 69	3536273,6	5605544,6	316,9	310,5
EQ 70	3536259,0	5605552,1	317,1	310,5
EQ 72	3536233,0	5605520,1	322,5	310,5
EQ 73	3536235,2	5605564,1	344,0	310,6
EQ 74	3536248,7	5605574,8	343,7	310,6
EQ 75	3536241,9	5605557,2	340,6	310,6
EQ 76	3536219,4	5605562,4	339,6	310,8
EQ 77	3536203,0	5605554,4	340,0	310,8
EQ 80	3536180,1	5605523,4	331,9	311,1
EQ 81	3536177,1	5605539,6	331,0	311,4
EQ 82	3536181,5	5605547,8	334,7	311,4

Pkt-Nr.	Rechtswert	Hochwert	Emissionshöhe	Geländehöhe
EQ 83	3536228,3	5605587,1	321,2	316,0
EQ 84	3536225,1	5605533,1	357,8	310,6
EQ 87	3536329,4	5605523,2	334,1	313,5
EQ 90	3536305,6	5605536,3	327,1	313,4
EQ 91	3536309,2	5605546,2	322,8	311,1
EQ 99	3536325,2	5605543,1	331,0	311,5
EQ 101	3536349,2	5605508,8	333,9	310,7
EQ 102	3536347,7	5605536,9	338,7	313,6
EQ 103	3536334,3	5605538,1	339,4	313,5
EQ 104	3536251,9	5605547,0	316,0	310,8
EQ 105	3536232,1	5605547,2	321,4	310,8
EQ 106	3536382,6	5605554,5	321,9	311,1
EQ 108	3536358,5	5605575,5	322,1	315,3
EQ 109	3536384,7	5605586,1	329,8	313,2
EQ 110	3536382,3	5605585,1	328,5	313,2
EQ 111	3536386,7	5605580,1	321,9	313,3
EQ 112	3536380,6	5605592,6	326,5	313,2
EQ 130	3536374,7	5605601,9	333,6	311,5
EQ 144	3536336,4	5605561,6	327,5	311,6
EQ 145	3536322,1	5605585,3	327,7	311,6
EQ 146	3536327,5	5605570,3	327,2	311,6
EQ 148	3536342,3	5605574,0	328,9	311,5
EQ 149	3536358,7	5605585,5	328,2	313,5
EQ 150	3536351,2	5605580,3	335,7	313,5
EQ 151	3536364,3	5605572,0	331,8	313,5
EQ 157	3536367,6	5605596,4	338,6	313,5
EQ 159	3536348,3	5605598,2	332,0	313,5
EQ 160	3536355,7	5605541,7	327,7	313,4
EQ 161	3536344,3	5605562,8	329,9	313,5
EQ 167	3536353,3	5605547,0	325,8	313,5
EQ 182-183	3536380,0	5605457,4	350,4	310,5
EQ 184	3536365,0	5605463,9	336,9	310,5
EQ 184a	3536369,2	5605486,2	336,9	310,5
EQ 186	3536370,6	5605484,3	334,0	310,6
EQ 187	3536364,9	5605477,7	317,9	310,6
EQ 188	3536233,2	5605475,4	314,5	310,5
EQ 189	3536366,6	5605535,7	311,6	302,0
EQ 190	3536352,0	5605534,5	316,0	302,0
EQ 191	3536260,2	5605502,5	328,0	310,0
EQ 192	3536255,1	5605485,1	338,5	310,0
EQ 193	3536260,0	5605480,7	326,1	310,0
EQ 194	3536260,1	5605469,5	326,2	310,0

Abbildung 8.1: Emissionsquellenplan

Formular 8/1: Emissionsquellen und Emissionen von Luftverunreinigungen

Das Formular 8/1 gilt in Verbindung mit den Definitionen und Erläuterungen des Beiblattes.

Kaminhöhenberechnung					Zusatz-/Gesamtemission					Reinigungs-		Emissionen		Emissions-	
Emissionsquelle				A		Art der Entstehung			Emittierte Stoffe	einheit				dauer	
Nr.	Rechtswert/East Hochwert/North	Durch- messer	Höhe	B C	Z G	D AA ...	Abgas- Tempe- ratur	 Volumen- strom	Stoffnummern der Formulare 7/1-7/4 sollen den Bezeichnungen in ( ) nachgestellt werden	Nr.	Abscheide- grad	Massen- konzen- tration	Massen- strom		
	ETRS89/UTM	cm	m	D		X_1	°C	m³/h			%	mg/m³	kg/h	h/d	d/a
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ZQ10	3536212 / 5605567	50*60	10,6			D	80	1455	Staub			10	0,01455	24	365
ZQ11	3536251 / 5605587	14*22	8			D	80	1684	Staub			10	0,01684	24	365
ZQ12	3536150 / 5605546	13,5	5,9			D	80	1684	Staub			10	0,01684	24	365
ZQ13	3536149 / 5605509	12*16	23,2			B	80	689	Staub			10	0,00689	24	365
ZQ14	3536134 / 5605539	125	25,9			D	40	50864	Staub			10	0,50864	24	365
ZQ15	3536235 / 5605564	45	33,4			B	20	6918	Staub			10	0,06918	24	365
ZQ16	3536248 / 5605575	45	33,1			B	20	6918	Staub			10	0,06918	24	365
ZQ19	3536181 / 5605548	10	23,3			B	20	830	Staub			10	0,0083	24	365
ZQ20	3536206 / 56005544	12*12	3,4			D	110	3175	Staub			10	0,03175	24	365
ZQ21	3536219 / 5605562	28*20	28,8			B	80	7810	Staub			10	0,0781	24	365
ZQ22	3536203 / 5605554	28*20	29,2			B	80	7810	Staub			10	0,0781	24	365
ZQ23	3536189 / 5605546	28	11,7			D	20	4151	Staub			10	0,04151	24	365
ZQ24	3536156 / 5605538	100*100	13,7			D	20	23061	Staub			10	0,23061	24	365
ZQ25	3536139 / 5605523	12*8	23			B	80	919	Staub			10	0,00919	24	365

ZQ27	3536161 / 5605527	72	20,8			D	90	17869	Staub			10	0,17869	24	365	
ZQ26	3536124 / 5605508	65	20,8			D	60	10551	Staub			10	0,10551	24	365	
ZQ28	3536125 / 5605475	12*18	33,8			B	20	1384	Staub			10	0,01384	24	365	
ZQ28a	3536125 / 5605475	8	6,2			B	20	2029	Staub			10	0,02029	24	365	
ZQ29	3536099 / 5605518	15*16,5	21,1			B	20	1107	Staub			10	0,01107	24	365	
ZQ30	3536115 / 5605530	15*16,5	20,7			B	80	1107	Staub			10	0,01107	24	365	
ZQ33	3536148 / 5605537	10*20	17,1			B	80	919	Staub			10	0,00919	24	365	
ZQ35	3536115 / 5605468	13*20	34,1			B	20	1384	Staub			10	0,01384	24	365	
ZQ35a	3536092 / 5605461	15	6,2			B	20	1384	Staub			10	0,01384	24	365	
ZQ36	3536123 / 5605466	4*14	28,8			B	20	2029	Staub			10	0,02029	24	365	
ZQ37	3536118 / 5605463	4*14	28,2			B	20	2029	Staub			10	0,02029	24	365	
ZQ39	3536274 / 5605545	20*25	6,4			B	20	2029	Staub			10	0,02029	24	365	
ZQ40	3536233 / 5605520	12,5	12			D	20	1107	Staub			10	0,01107	24	365	
ZQ42	3536170 / 5605479	12,5*12,5	3,4			D	80	1684	Staub			10	0,01684	24	365	
ZQ43	3536239 / 5605587	17*20	5,2			B	40	1036	Staub			10	0,01036	24	365	
ZQ5	3536261 / 5605549	20*26	17			B	20	2767	Staub			10	0,02767	24	365	
ZQ9	3536183 / 5605555	13,5	10,8			D	80	1838	Staub			10	0,01838	24	365	
AVN	3536094 / 5605519	68,5	16,8			D	20	15497	Staub			10	0,15497	24	365	
Eimera	3536110 / 5605646	10	4,5			D	20	830	Staub			10	0,0083	24	365	
ZQ2	3536260 / 5605538	22*18	23			B	30	2676	Staub			10	0,02676	24	365	
ZQ3	3536269 / 5605540	22*18	23			B	30	2676	Staub			10	0,02676	24	365	
ZQ4	3536272 /5605543	22*18	23			B	30	2676	Staub			10	0,02676	24	365	

Besondere anlagenspezifische Betriebsvorgänge (Spalte 7):

X_1:

X_2:

X_3:

1. Jede Emissionsquelle ist mit einer Nr. (z. B. E 3) zu versehen, die einheitlich in Fließbildern, Emissionsquellenplänen, Gebäudebezeichnungen und auch in Emissionserklärungen gemäß 11. BImSchV zu verwenden ist. Jede Nummer darf pro Anlage nur einmal vergeben werden. Soweit Stoffe nach den Anhängen II-IV der Störfall-Verordnung emittiert werden könnten, sind auch Sicherheitseinrichtungen wie Sicherheitsventile und Berstscheiben (S 1, S 2, S 3 etc.) in die Tabelle einzubeziehen.

2. Die genaue Lage jeder Emissionsquelle soll im Gauß-Krüger-Koordinatensystem als 7-stellige Ziffer in Form von Rechtswerten (R-Werte) und Hochwerten (H-Werte) angegeben werden. Alternativ können auch die East/North-Werte des Lagebezugssystems ETRS89/UTM verwendet werden. Der East-Wert ist achtstellig. Die ersten beiden Stellen (Zonenkennziffer) lauten in Hessen immer „32“.

3. Innendurchmesser des Auslasses oder äquivalenter Innendurchmesser der Querschnittsfläche in cm

4. Höhe der Emissionsquelle über dem Gelände (die Höhe über dem Gebäude muss aus dem Emissionsquellenplan ersichtlich sein)

5. Berechnung der Quellenhöhe:

   A = Mindesthöhe oder Anwendung der 20°-Regel gemäß 5.5.2 Abs. 1 TA Luft
   B = Antragsunterlagen ist eine nachvollziehbare Schornsteinhöhenberechnung gemäß 5.5.3/5.5.4 TA Luft beigefügt
   C = Mindesthöhe nach TA Luft 86 für bestehende Anlagen gemäß 5.5.5 TA Luft
   D = Abschnitt 8 der Antragsunterlagen enthält Erläuterungen des hier vorliegenden Sonderfalls

6. Wird beantragt, daß ein zusätzlicher Abgasstrom über eine bereits vorhandene Emissionsquelle bzw. Abgasreinigungseinrichtung geleitet werden soll, so sind in aufeinanderfolgenden Zeilen die zusätzlichen Emissionen des beantragten Projektes (Kennbuchstabe Z) und die gesamten resultierenden und übrigen Emissionen (Kennbuchstabe G) aufzuführen. Letzteres dient der Prüfung, ob die Abgasreinigung nach Aufnahme des zusätzlichen Abgases insgesamt dem Stand der Emissionsminderungstechnik entspricht bzw. ob Wechselwirkungen zwischen den emittierten Stoffen möglich sind (z. B. Aerosolbildung).

7. Die Betriebsvorgänge, die zu den Emissionen an der betreffenden Emissionsquelle führen, sind soweit möglich wie folgt zu typisieren:

   D = bestimmungsgemäßer Dauerbetrieb der angeschlossenen Betriebseinheit(en) (100 % Auslastung)
   AA = Abfahremission bei Ausfall der Abgasreinigungseinrichtung
   An = Anfahren
   Ab = Abfahren
   AT = Atmung aufgrund von Temperaturschwankungen
   B = Befüllen, Entleeren, Entspannen, Evakuieren, Fördern
   RA = Regeneration der Abgasreinigungseinrichtung
   $X_{1/2}$ = Besondere Anlagenspezifische Betriebsvorgänge
   Die besonderen anlagenspezifische Betriebsvorgänge X1, X2 und X3 (z. B. Rußblasen, Abblasen von Sicherheitsventilen oder Berstscheiben) sind ggf. unterhalb der Tabelle des Formulars 8/1 zu erläutern.

8. Mittlere Temperatur des Abgases an der Übertrittsstelle zur Atmosphäre

9. Volumenstrom des Abgases umgerechnet auf 273,15 K und 101,3 kPa und nach Abzug des Feuchtegehaltes (soweit nicht anders vermerkt)

10. Alle relevanten im Abgas enthaltenen Stoffe sind geordnet nach den Stoffklassen der TA Luft aufzuführen. Die Stoffnummern der Komponenten (vergl. Formulare 7/1, 7/2, 7/3, 7/4) sollen der Stoffbezeichnung in Klammern nachgestellt werden

11. Zählnummer der Abgasreinigungseinheit gemäß Formular 8/2.

12. Abscheidegrad in Prozent für den emittierten Stoff bzw. die Stoffklasse

13. Für jeden Betriebsvorgang ist die maximal zu erwartende Massenkonzentration als Halbstundenmittelwert und bezogen auf das Abgasvolumen bei 273,15 K und 101,3 kPa nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf anzugeben. Es sollen realistische Prognosen auf der Basis der beantragten Technologie abgegeben werden. Bei Verbrennungsanlagen ist der Bezugswert für Sauerstoff in Volumenprozent anzugeben.

14. Masse der emittierten Stoffe pro Betriebsstunde.
    Die angegebenen Werte müssen mit dem Produkt aus Spalte 9 und Spalte 13 übereinstimmen. Ferner müssen sie mit den Mengenbilanzen im Abschnitt 7 zusammenpassen. Abweichungen sind in Abschnitt 7 zu erläutern (z. B. Differenz zwischen Mittel- und Maximalwerten).

15. Emissionsdauer pro Tag in Stunden
16. Anzahl der Tage pro Jahr, an denen mit Emissionen zu rechnen ist

Formular 8/1: Emissionsquellen und Emissionen von Luftverunreinigungen

Das Formular 8/1 gilt in Verbindung mit den Definitionen und Erläuterungen des Beiblattes.

Kaminhöhenberechnung					Zusatz-/Gesamtemission					Reinigungs-		Emissionen		Emissions-	
Emissionsquelle				A		Art der Entstehung			Emittierte Stoffe	einheit				dauer	
Nr.	Rechtswert/East Hochwert/North	Durch- messer	Höhe	B C	Z G	D AA ...	Abgas- Tempe- ratur	 Volumen- strom	Stoffnummern der Formulare 7/1-7/4 sollen den Bezeichnungen in ( ) nachgestellt werden	Nr.	Abscheide- grad	Massen- konzen- tration	Massen- strom		
	ETRS89/UTM	cm	m	D		X_1	°C	m³/h			%	mg/m³	kg/h	h/d	d/a
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
ZQ1	3536225 / 5605533	150	47	C	G	D	145	68000	Staub		99	10	0,680	24	365
	/								gasf. anorg. Fluorverbindungen			1	0,068		
	/								gasf. anorg. Chlorverbindungen			10	0,680		
	/								Kohlenmonoxid CO			3000	204,000		
	/								Stickstoffoxide angeg. als NO2			200	13,600		
	/								Schwefeldioxid SO2			50	3,400		
	/								Cd, Tl			0,05	0,003		
	/								Hg			0,03	0,002		
	/								Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni			0,5	0,034		
	/								As, Benzo(a)pyren, Cd, Co, Cr			0,05	0,003		
	/								PCDD/F			0,1 ngTE/m³	0,007		
									NH3			30	2,040		
									C organisch			10	0,680		

Besondere anlagenspezifische Betriebsvorgänge (Spalte 7):

X_1:

X_2:

X_3:

Beiblatt zu Formular 8/1: Erläuterungen

6. Jede Emissionsquelle ist mit einer Nr. (z. B. E 3) zu versehen, die einheitlich in Fließbildern, Emissionsquellenplänen, Gebäudebezeichnungen und auch in Emissionserklärungen gemäß 11. BImSchV zu verwenden ist. Jede Nummer darf pro Anlage nur einmal vergeben werden. Soweit Stoffe nach den Anhängen II-IV der Störfall-Verordnung emittiert werden könnten, sind auch Sicherheitseinrichtungen wie Sicherheitsventile und Berstscheiben (S 1, S 2, S 3 etc.) in die Tabelle einzubeziehen.

7. Die genaue Lage jeder Emissionsquelle soll im Gauß-Krüger-Koordinatensystem als 7-stellige Ziffer in Form von Rechtswerten (R-Werte) und Hochwerten (H-Werte) angegeben werden. Alternativ können auch die East/North-Werte des Lagebezugssystems ETRS89/UTM verwendet werden. Der East-Wert ist achtstellig. Die ersten beiden Stellen (Zonenkennziffer) lauten in Hessen immer „32“.

8. Innendurchmesser des Auslasses oder äquivalenter Innendurchmesser der Querschnittsfläche in cm

9. Höhe der Emissionsquelle über dem Gelände (die Höhe über dem Gebäude muss aus dem Emissionsquellenplan ersichtlich sein)

10. Berechnung der Quellenhöhe:

    E = Mindesthöhe oder Anwendung der 20°-Regel gemäß 5.5.2 Abs. 1 TA Luft
    F = Antragsunterlagen ist eine nachvollziehbare Schornsteinhöhenberechnung gemäß 5.5.3/5.5.4 TA Luft beigefügt
    G = Mindesthöhe nach TA Luft 86 für bestehende Anlagen gemäß 5.5.5 TA Luft
    H = Abschnitt 8 der Antragsunterlagen enthält Erläuterungen des hier vorliegenden Sonderfalls

8. Wird beantragt, daß ein zusätzlicher Abgasstrom über eine bereits vorhandene Emissionsquelle bzw. Abgasreinigungseinrichtung geleitet werden soll, so sind in aufeinanderfolgenden Zeilen die zusätzlichen Emissionen des beantragten Projektes (Kennbuchstabe Z) und die gesamten resultierenden und übrigen Emissionen (Kennbuchstabe G) aufzuführen. Letzteres dient der Prüfung, ob die Abgasreinigung nach Aufnahme des zusätzlichen Abgases insgesamt dem Stand der Emissionsminderungstechnik entspricht bzw. ob Wechselwirkungen zwischen den emittierten Stoffen möglich sind (z. B. Aerosolbildung).

9. Die Betriebsvorgänge, die zu den Emissionen an der betreffenden Emissionsquelle führen, sind soweit möglich wie folgt zu typisieren:

    D = bestimmungsgemäßer Dauerbetrieb der angeschlossenen Betriebseinheit(en) (100 % Auslastung)
    AA = Abfahremission bei Ausfall der Abgasreinigungseinrichtung
    An = Anfahren
    Ab = Abfahren
    AT = Atmung aufgrund von Temperaturschwankungen
    B = Befüllen, Entleeren, Entspannen, Evakuieren, Fördern
    RA = Regeneration der Abgasreinigungseinrichtung
    $X_{1/2}$ = Besondere Anlagenspezifische Betriebsvorgänge
    Die besonderen anlagenspezifische Betriebsvorgänge X1, X2 und X3 (z. B. Rußblasen, Abblasen von Sicherheitsventilen oder Berstscheiben) sind ggf. unterhalb der Tabelle des Formulars 8/1 zu erläutern.

17. Mittlere Temperatur des Abgases an der Übertrittsstelle zur Atmosphäre

18. Volumenstrom des Abgases umgerechnet auf 273,15 K und 101,3 kPa und nach Abzug des Feuchtegehaltes (soweit nicht anders vermerkt)

19. Alle relevanten im Abgas enthaltenen Stoffe sind geordnet nach den Stoffklassen der TA Luft aufzuführen. Die Stoffnummern der Komponenten (vergl. Formulare 7/1, 7/2, 7/3, 7/4) sollen der Stoffbezeichnung in Klammern nachgestellt werden

20. Zählnummer der Abgasreinigungseinheit gemäß Formular 8/2.

21. Abscheidegrad in Prozent für den emittierten Stoff bzw. die Stoffklasse

22. Für jeden Betriebsvorgang ist die maximal zu erwartende Massenkonzentration als Halbstundenmittelwert und bezogen auf das Abgasvolumen bei 273,15 K und 101,3 kPa nach Abzug des Feuchtegehaltes an Wasserdampf anzugeben. Es sollen realistische Prognosen auf der Basis der beantragten Technologie abgegeben werden. Bei Verbrennungsanlagen ist der Bezugswert für Sauerstoff in Volumenprozent anzugeben.

23. Masse der emittierten Stoffe pro Betriebsstunde.
    Die angegebenen Werte müssen mit dem Produkt aus Spalte 9 und Spalte 13 übereinstimmen. Ferner

müssen sie mit den Mengenbilanzen im Abschnitt 7 zusammenpassen. Abweichungen sind in Abschnitt 7 zu erläutern (z. B. Differenz zwischen Mittel- und Maximalwerten).

24. Emissionsdauer pro Tag in Stunden

25. Anzahl der Tage pro Jahr, an denen mit Emissionen zu rechnen ist

Formular 8/2: Abgasreinigungseinrichtung (ARE) Nr. 33 HGF-SCR

Das Formular ist für jede ARE auszufüllen, die vom beantragten Projekt berührt wird. Die Zählnummer der ARE ist in Spalte 11 des Formulars 8/1 einzutragen.

1.	**Querverweise auf andere Antragsunterlagen sowie auf betriebliche Zusammenhänge**	
1.2	Fließbild Nr.:	33
	Kurzzeichen der Hauptapparate gemäß Formular 6/2 bzw. 6/3:	33.1;33.2-33.3, 33.4-33.7, 33.12-33.20
	Angeschlossene Betriebseinheiten, Nr. gemäß Formular 6/1:	8,9
	Angeschlossene sonstige Anlagen:	
	Angeschlossene Emissionsquellen (Nr.):	ZQ1
1.3	Ergänzende Unterlagen zur Beschreibung der ARE (z. B. Verfahrensbeschreibung, Abfälle, Abwasser, Anlagensicherheit, Messungen, Zeichnungen) befinden sich in folgenden Abschnitten der Antragsunterlagen:	
	6.3.5	
2.	**Detailbeschreibung der ARE (ggf. geordnet nach Reinigungsstufen I, II, III etc.)**	
2.1	Technisch, physikalisch, chemisches Prinzip/beteiligte Medien/Bautyp/Konstruktionsmerkmale der Hauptapparate/Abreinigung/Regeneration:	
	Heißgasfilter: Filterung mittels Keramikkerzen	
	Abreinigung: vollautomatisch mittels Druckluftimpulsen	
	Katalysator: Katalytische NOx-Reduktion durch Harnstofflösung	
2.2	Charakteristische Auslegungs- und Betriebsgrößen, Sollwerte	
	Maximale Abgasmenge im Normzustand (trocken, 0° C, 1013 hPa):	m³/h
	Maximale Abgasmenge im Auslegungszustand :	350 °C 60 hPa 120000 m³/h
	Sonstige Daten:	
2.3	Die ARE ist für folgende Betriebszustände der angeschlossenen Betriebseinheiten ausgelegt:	
	☒ störungsfreier Dauerbetrieb ☐ Anfahren ☐ Abfahren ☐ Not-Aus	
	☐ nachgenannte Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebes (z. B. Fehldosierung, Reaktionsverzögerungen,	
	Ansprechen angeschlossener Berstscheibenabgänge):	
2.4	Die auf Formular 8/1 angegebenen Abscheidegrade und Maximalemissionen ergeben sich aus:	
	☐ Abschätzungen/Berechnungen des Antragstellers	
	☐ dem Antragsteller vorliegenden Messungen an analogen Anlagen	
	☒ projektbezogenem Angebot des ARE-Herstellers	
3.	**Überwachung der ARE**	
3.1	Nachgenannte Parameter und Massenkonzentrationen für folgende Stoffe sollen kontinuierlich überwacht werden:	
	Dosierung der Harnstofflösung	

Konzentration NOx und NH3 vor und nach der SCR

3.2 Abnahmemessungen (5.3.2. TA Luft) sind für folgende Parameter und Massenkonzentrationen folgender Stoffe vorgesehen:

3.3 Maßnahmen bei Teil- oder Totalausfall der ARE:

☐ Abfahren der angeschlossenen Betriebseinheit(en) (Abfahremissionen sind auf Formular 8/1 dargestellt)

☒ Umschalten auf folgende Ersatzapparate: SNCR-PLUS

☒ Erläuterung in Abschnitt 6.3.1.1

Formular 8/2: Abgasreinigungseinrichtung (ARE) Nr. 32 Filter Kreislaufentlastung

Das Formular ist für jede ARE auszufüllen, die vom beantragten Projekt berührt wird. Die Zählnummer der ARE ist in Spalte 11 des Formulars 8/1 einzutragen.

1. Querverweise auf andere Antragsunterlagen sowie auf betriebliche Zusammenhänge

1.2	Fließbild Nr.:	32
	Kurzzeichen der Hauptapparate gemäß Formular 6/2 bzw. 6/3:	32.1-32.8
	Angeschlossene Betriebseinheiten, Nr. gemäß Formular 6/1:	8,9
	Angeschlossene sonstige Anlagen:	
	Angeschlossene Emissionsquellen (Nr.):	ZQ1

1.3 Ergänzende Unterlagen zur Beschreibung der ARE (z. B. Verfahrensbeschreibung, Abfälle, Abwasser, Anlagensicherheit, Messungen, Zeichnungen) befinden sich in folgenden Abschnitten der Antragsunterlagen:

2. Detailbeschreibung der ARE (ggf. geordnet nach Reinigungsstufen I, II, III etc.)

2.1 Technisch, physikalisch, chemisches Prinzip/beteiligte Medien/Bautyp/Konstruktionsmerkmale der Hauptapparate/Abreinigung/Regeneration:

Abreinigung: durch 6 Luftstoßreinigungssysteme. Die Reinigung erfolgt zeit- oder differenzdruckgesteuert mittels Druckluft

chemisches Prinzip: Filterung

Bautyp: Gewebefilter

2.2 Charakteristische Auslegungs- und Betriebsgrößen, Sollwerte

Maximale Abgasmenge im Normzustand (trocken, 0° C, 1013 hPa):	m^3/h			
Maximale Abgasmenge im Auslegungszustand :	200	°C	15 hPa	46000 m^3/h
Sonstige Daten:	Länge Filterschlauch maximal: 6,5m			
	Material Filterschlauch: Glasfaser mit PTFE Membranen			

2.3 Die ARE ist für folgende Betriebszustände der angeschlossenen Betriebseinheiten ausgelegt:

☒ störungsfreier Dauerbetrieb ☐ Anfahren ☐ Abfahren ☐ Not-Aus

☐ nachgenannte Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebes (z. B. Fehldosierung, Reaktionsverzögerungen,

Ansprechen angeschlossener Berstscheibenabgänge):

2.4 Die auf Formular 8/1 angegebenen Abscheidegrade und Maximalemissionen ergeben sich aus:

☐ Abschätzungen/Berechnungen des Antragstellers

☐ dem Antragsteller vorliegenden Messungen an analogen Anlagen

☒ projektbezogenem Angebot des ARE-Herstellers

3. Überwachung der ARE

3.1 Nachgenannte Parameter und Massenkonzentrationen für folgende Stoffe sollen kontinuierlich überwacht werden:

Gesamtstaub

3.2 Abnahmemessungen (5.3.2. TA Luft) sind für folgende Parameter und Massenkonzentrationen folgender Stoffe vorgesehen:

3.3 Maßnahmen bei Teil- oder Totalausfall der ARE:

☒ Abfahren der angeschlossenen Betriebseinheit(en) (Abfahremissionen sind auf Formular 8/1 dargestellt)

☐ Umschalten auf folgende Ersatzapparate:

☐ Erläuterung in Abschnitt

Formular 8/2: Abgasreinigungseinrichtung (ARE) Nr. Gewebefilter Trockentrommel

Das Formular ist für jede ARE auszufüllen, die vom beantragten Projekt berührt wird. Die Zählnummer der ARE ist in Spalte 11 des Formulars 8/1 einzutragen.

1. Querverweise auf andere Antragsunterlagen sowie auf betriebliche Zusammenhänge

1.2 Fließbild Nr.:

Kurzzeichen der Hauptapparate gemäß Formular 6/2 bzw. 6/3: -

Angeschlossene Betriebseinheiten, Nr. gemäß Formular 6/1: 2,9

Angeschlossene sonstige Anlagen:

Angeschlossene Emissionsquellen (Nr.): ZQ1

1.3 Ergänzende Unterlagen zur Beschreibung der ARE (z. B. Verfahrensbeschreibung, Abfälle, Abwasser, Anlagensicherheit, Messungen, Zeichnungen) befinden sich in folgenden Abschnitten der Antragsunterlagen:

2. Detailbeschreibung der ARE (ggf. geordnet nach Reinigungsstufen I, II, III etc.)

2.1 Technisch, physikalisch, chemisches Prinzip/beteiligte Medien/Bautyp/Konstruktionsmerkmale der Hauptapparate/Abreinigung/Regeneration:

physikalisches Prinzip: Stoffabtrennung durch einen Gewebefilter

Abreinigung: mittels Druckluft

2.2 Charakteristische Auslegungs- und Betriebsgrößen, Sollwerte

Maximale Abgasmenge im Normzustand (trocken, 0° C, 1013 hPa): 68000 m³/h

Maximale Abgasmenge im Auslegungszustand : 150 °C hPa 175000 m³/h

Sonstige Daten:

2.3 Die ARE ist für folgende Betriebszustände der angeschlossenen Betriebseinheiten ausgelegt:

☒ störungsfreier Dauerbetrieb ☒ Anfahren ☒ Abfahren ☐ Not-Aus

☐ nachgenannte Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebes (z. B. Fehldosierung, Reaktionsverzögerungen,

Ansprechen angeschlossener Berstscheibenabgänge):

2.4 Die auf Formular 8/1 angegebenen Abscheidegrade und Maximalemissionen ergeben sich aus:

☒ Abschätzungen/Berechnungen des Antragstellers

☐ dem Antragsteller vorliegenden Messungen an analogen Anlagen

☐ projektbezogenem Angebot des ARE-Herstellers

3. Überwachung der ARE

3.1 Nachgenannte Parameter und Massenkonzentrationen für folgende Stoffe sollen kontinuierlich überwacht werden:

Gewebefilter ist bereits im Betrieb

3.2 Abnahmemessungen (5.3.2. TA Luft) sind für folgende Parameter und Massenkonzentrationen folgender Stoffe vorgesehen:

3.3 Maßnahmen bei Teil- oder Totalausfall der ARE:

☒ Abfahren der angeschlossenen Betriebseinheit(en) (Abfahremissionen sind auf Formular 8/1 dargestellt)

☐ Umschalten auf folgende Ersatzapparate:

☐ Erläuterung in Abschnitt

Formular 8/2: Abgasreinigungseinrichtung (ARE) Nr. SNCR-PLUS-Anlage

Das Formular ist für jede ARE auszufüllen, die vom beantragten Projekt berührt wird. Die Zählnummer der ARE ist in Spalte 11 des Formulars 8/1 einzutragen.

1.	Querverweise auf andere Antragsunterlagen sowie auf betriebliche Zusammenhänge			
1.2	Fließbild Nr.:			
	Kurzzeichen der Hauptapparate gemäß Formular 6/2 bzw. 6/3:	33.2-33.3,33.1,33.4-33.7,33.11.33.20		
	Angeschlossene Betriebseinheiten, Nr. gemäß Formular 6/1:	8		
	Angeschlossene sonstige Anlagen:			
	Angeschlossene Emissionsquellen (Nr.):	ZQ1		
1.3	Ergänzende Unterlagen zur Beschreibung der ARE (z. B. Verfahrensbeschreibung, Abfälle, Abwasser, Anlagensicherheit, Messungen, Zeichnungen) befinden sich in folgenden Abschnitten der Antragsunterlagen:			
	6.3.5			
2.	Detailbeschreibung der ARE (ggf. geordnet nach Reinigungsstufen I, II, III etc.)			
2.1	Technisch, physikalisch, chemisches Prinzip/beteiligte Medien/Bautyp/Konstruktionsmerkmale der Hauptapparate/Abreinigung/Regeneration:			
	SNCR mit mehreren Eindüspunkten			
	Medien: Hanrnstofflösung			
	chemisches Prinzip: Reduktion von NOx durch Harnstofflösung			
	Temperaturüberwachung			
2.2	Charakteristische Auslegungs- und Betriebsgrößen, Sollwerte			
	Maximale Abgasmenge im Normzustand (trocken, 0° C, 1013 hPa):	m^3/h		
	Maximale Abgasmenge im Auslegungszustand :	800-1100 °C	hPa	123530 m^3/h
	Sonstige Daten:			
2.3	Die ARE ist für folgende Betriebszustände der angeschlossenen Betriebseinheiten ausgelegt:			
	☒ störungsfreier Dauerbetrieb ☒ Anfahren ☒ Abfahren ☐ Not-Aus			
	☐ nachgenannte Störungen des bestimmungsgemäßen Betriebes (z. B. Fehldosierung, Reaktions-verzögerungen,			
	Ansprechen angeschlossener Berstscheibenabgänge):			
2.4	Die auf Formular 8/1 angegebenen Abscheidegrade und Maximalemissionen ergeben sich aus:			
	☐ Abschätzungen/Berechnungen des Antragstellers			
	☐ dem Antragsteller vorliegenden Messungen an analogen Anlagen			
	☐ projektbezogenem Angebot des ARE-Herstellers			
3.	Überwachung der ARE			
3.1	Nachgenannte Parameter und Massenkonzentrationen für folgende Stoffe sollen kontinuierlich überwacht werden:			
	Dosierung der Harnstofflösung			
	NOx			

NH3

3.2 Abnahmemessungen (5.3.2. TA Luft) sind für folgende Parameter und Massenkonzentrationen folgender Stoffe vorgesehen:

Anlage bereits im Betrieb

Messungen der Parameter erfolgen kontinuierlich

3.3 Maßnahmen bei Teil- oder Totalausfall der ARE:

☒ Abfahren der angeschlossenen Betriebseinheit(en) (Abfahremissionen sind auf Formular 8/1 dargestellt)

☐ Umschalten auf folgende Ersatzapparate:

☒ Erläuterung in Abschnitt 6.3.1.1

9 Abfallvermeidung, Abfallentsorgung

Durch die seit der letzten Umweltverträglichkeitsstudie durchgeführten Anlageninstallationen und das geplante Vorhaben entstanden und entstehen keine zusätzlichen Abfälle. Die eingesetzten alternativen Roh- und Brennstoffe werden nicht nur energetisch, sondern auch stofflich verwertet, d. h. die Verbrennungsrückstände (Aschen) werden zu Bestandteilen des Produkts, den so genannten Klinkerphasen. Die Entsorgung von anfallendem Verpackungsmaterial (z. B. Folien) sowie von verbrauchten Betriebsstoffen erfolgt über qualifizierte Entsorgungsfachbetriebe.

10 Abwasser

Beim Umgang mit Abwasser ergeben sich durch das beantragte Vorhaben keine Veränderungen.

Durch die Produktion von Zement entsteht kein Abwasser, das entsorgt werden müsste.

Das Niederschlagswasser von befestigten, gewerblich genutzten Betriebsflächen wird gemäß der wasserrechtlichen Erlaubnis nach WHG gesammelt, in Sandfängen gereinigt (übersteigt das Wasseraufkommen die zulässigen Ablaufmengen wird es in drei Rückhaltebecken zurückgehalten) und in den Holzerbach abgeleitet.

Auf das Ausfüllen des Formularsatzes 10 wird verzichtet.

11 Abfallentsorgungsanlagen

Eine Abfallentsorgungsanlage wird am Standort nicht betrieben.

Daher wird auf das Ausfüllen des Formulars 11 verzichtet.

12 Abwärmenutzung

Bei Nutzung der im Produktionsprozess entstehenden Abwärme ergeben sich durch Umsetzung des geplanten Vorhabens keine Veränderungen.

13 Lärm, Erschütterungen und sonstige Immissionen

13.1 Geräuschemissionen und –Immissionen

Schallpegelmessungen am Standort Otterbein wurden zuletzt im Herbst 2020 durch die Fa. Wölfel Engineering GmbH + Co. KG durchgeführt. Dabei wurden an sechs Messorten in der Ortslage Müs über einen Zeitraum von 22 Stunden Dauermessungen durchgeführt. Die Wahl der Messorte berücksichtigte eine freie Schalleinwirkung aus dem Zementwerk ohne relevante Schallreflexionen in Obergeschosshöhe. Die Richtwerte gemäß Genehmigungsbescheid und die Anforderungen der TA Lärm für Immissionsorte in Allgemeinen Wohngebieten wurden dabei an allen Messorten sicher eingehalten.

Es ist zukünftig nicht zu erwarten, dass sich mit den geplanten Maßnahmen die Lärmemissions- und Lärmimmissionssituation verschlechtern wird. Die neuen Maschinen und Aggregate befinden sich in Gebäuden und sind nach dem Stand der Technik eingehaust bzw. mit entsprechenden Schalldämpfern versehen. Die Fa. Wölfel Engineering GmbH + Co. KG hat die Auswirkungen des geplanten Vorhabens entsprechend untersucht und gutachterlich bewertet. Dabei wurden die Lärmeinwirkungen auf die folgenden sechs Immissionsorte, die zum Teil im Genehmigungsbescheid festgelegt sind, rechnerisch untersucht:

IO 1: Wohnhaus, Am Stempel 21, Müs (Allgemeines Wohngebiet)

IO 2: Wohnhaus Georg-Otterbein-Straße 5, Müs (Allgemeines Wohngebiet)

IO 3.1: Wohnhaus Kirchweg 13, Müs (Allgemeines Wohngebiet)

IO 3.2: Wohnhaus Kirchweg 13, Müs (Allgemeines Wohngebiet)

IO 4: Wohnhaus Am Rasen 8, Müs (Allgemeines Wohngebiet)

IO 5: Wohnhaus Am Kalkwerk 4, Großenlüder (Gewerbegebiet)

IO 6: Gebiet Zum Sesselsgraben, Uffhausen (Allgemeines Wohngebiet)

Die Geräuschemissionen der neuen Anlagenaggregate wurden auf Basis vorliegender Planunterlagen berechnet und als Summenschalleistungspegel für Dauerbetrieb in die Berechnungen übernommen. Der im Zusammenhang mit der neuen Walking-Floor-Anlage zusätzliche Lieferverkehr wurde als Anlagenverkehr mit den entsprechenden Wechselvorgängen berücksichtigt. Insgesamt erhöht sich der Anlagenverkehr

zukünftig um maximal bis zu 3 LKW täglich (= 6 Bewegungen) aufgrund der unterschiedlichen Lagerorte (Walking-Floor-Anlage, Anlieferung Eisenerz und Hüttensand). Weitere zusätziche Fahrzeugbewegungen ergeben sich am Standort nicht, da sich die für die Klinker- und Zementproduktion bei Vollauslastung benötigten Gesamtroh- und -brennstoffmengen nicht verändern und das Vorhaben nicht mit einer Steigerung der Produktionskapazität der Anlage verbunden ist.

Für die Geräuscheinwirkungen an den maßgeblichen Immissionsorten wurden die zu erwartenden Beurteilungspegel mit dem Programm IMMI durch eine Schallimmissionsprognose ermittelt und nach den Vorgaben der TA Lärm beurteilt. Bei gleichmäßiger Verteilung über einen Tageszeitraum von 16 Stunden berechnet sich eine Erhöhung der Beurteilungspegel um 1,9 dB an Werktagen und um 3,6 dB an Sonn- und Feiertagen. Insgesamt unterschreiten die ermittelten Beurteilungspegel für Anlagendauerbetrieb an den Immissionsorten den Immissionsrichtwert „Nacht“ der TA Lärm für Allgemeine Wohngebiete von 40 dB(A) aber um mindestens 10 dB(A). Da der Betrieb auch tagsüber nur unwesentlich höhere Geräuschimmissionen verursacht, ergeben sich Unterschreitungen des „Tag“Richtwertes von 55 dB(A) um mindestens 25 dB(A). Am Immissionsort (5) werden die Richtwerte für Gewerbegebiete ebenfalls deutlich unterschritten. Der betrachtete Anlagenteilbetrieb ist damit gemäß TA Lärm als irrelevant einzustufen, da aufgrund der Unterschreitung der Immissionsrichtwerte um mindestens 10 dB die Immissionsorte gemäß TA Lärm nicht mehr im Einwirkungsbereich der (Teil)Anlage liegen.

Eine ausführliche Untersuchung und Bewertung der mit dem Vorhaben verbundenen Auswirkungen auf die Lärmemissions- und Immissionssituation am Standort wurde durch die Fa. Wölfel Engineering GmbH + Co. KG vorgenommen (siehe hierzu Kapitel 13.4). Darüber hinaus ist die Erstellung eines Lärmkatasters in Arbeit.

13.2 Erschütterungen

Bei dem beantragten Vorhaben sind Erschütterungen nicht vorhanden.

13.3 Sonstige Immissionen

Geruchsstoffe, die bei technischen oder biologischen Prozessen gebildet werden, stellen im Sinne des Bundesimmissionsschutzgesetzes eine Luftverunreinigung dar. Von einer Geruchsbelästigung kann aber erst dann gesprochen werden, wenn die

Wahrnehmung der Geruchsstoffe zu einer allgemeinen Störung des Wohlbefindens und damit einer deutlichen Belästigung der Betroffenen führt.

Am Standort Otterbein existieren keine definierten Quellen mit relevanten Geruchsemissionen. Transport, Anlieferung und Lagerung der alternativen Brennstoffe erfolgen in geschlossenen Systemen mit entsprechender Abluftreinigung über Filter, so dass hierdurch keine Geruchsbelästigungen in der Umgebung des Zementwerks auftreten. Die LKW-Auflieger sind dicht verschlossen und beim Andocken an die Walking-Floor-Station schließt die Rückwand mit den vorhandenen Gummilippen an der Andockstation entsprechend dicht ab. Auch für die bislang nicht eingesetzten Ersatzbrennstoffe Trockenklärschlamm und Holzspäne werden vorhandene, geschlossene Lager- und Dosiereinrichtungen genutzt. Die beim Befüllen des Silos für Tiermehl und Trockenklärschlamm entweichende Förderluft wird entstaubt und der Drehofenanlage zur Verbrennung zugeführt.

Durch die Verbrennungsbedingungen beim Klinkerbrennprozess selbst werden potenzielle geruchsträchtige organische Verbindungen sicher zerstört. Geruchsemissionen, die aus dem 47 Meter hohen Kamin in die Atmosphäre abgeleitet werden, sind somit nicht zu erwarten.

Antrag auf Änderungsgenehmigung nach §16 Abs. 1 BImSchG
Untersuchungen zum Schallimmissionsschutz
für geräuschrelevante Änderungen

Auftraggeber: Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG
Hauptstraße 50
36137 Großenlüder

Berichtsnummer: R0060.004.01.001

Dieser Bericht umfasst 12 Seiten Text und 36 Seiten Anhang.

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-19254-01-00

Akkreditierung nach DIN EN ISO/IEC 17025 für die Prüfarten Geräusche, Erschütterungen und Bauakustik

Bekanntgegebene Messstelle nach § 29b BImSchG für Geräusche und Erschütterungen

VMPA-anerkannte Schallschutzprüfstelle nach DIN 4109, VMPA-SPG-210-04-BY

Höchberg, 02.03.2022

[redacted]

Dipl.-Ing. (FH) K.-H. Meyer
Bearbeitung
fachliche Verantwortung

Dr. rer. nat. D. Höhne-Mönch
Prüfung und Freigabe

Wölfel Engineering GmbH + Co. KG * Max-Planck-Straße 15 * 97204 Höchberg
Telefon: 0931 49708-0 * Telefax: 0931 49708-150 * E-Mail: info@woelfel.de * Internet: www.woelfel.de
Beirat: Prof. Dr.-Ing. Horst P. Wölfel * Geschäftsführer: Dr.-Ing. Steffen Pankoke (Vorsitzender), Dr.-Ing. Carsten Ebert
Kommanditgesellschaft AG WÜ HRA 4087 * Komplementärin: Wölfel Engineering Verwaltungs-GmbH, Höchberg, AG WÜ HRB 3886
Commerzbank AG Würzburg, BAN: DE13 7908 0052 0316 1493 00, BIC: DRESDEFF790
Sparkasse Mainfranken Würzburg, BAN: DE23 7905 0000 0010 1055 75, BIC: BYLADEM1SWU
Steuer-Nr.: 257/182/51101 * Umsatzsteuer-ID Nr.: DE 134 165 548

Änderungsindex

Version	Datum	Geänderte Seiten/Kapitel	Hinzugefügte Seiten/Kapitel	Erläuterungen
001	02.03.2022	-	-	Erstellung

Inhaltsverzeichnis

1 Aufgabenstellung ... 3
2 Unterlagen ... 4
3 Örtliche Situation, Anforderungen zum Schallimmissionsschutz ... 5
4 Anlagenbeschreibung, Ermittlung der Geräuschemissionen ... 7
4.1 Betriebszeiten ... 7
4.2 Schallabstrahlung aus Gebäuden ... 7
4.3 Lieferverkehr, Anlagenverkehr ... 8
4.4 Anlagenkomponenten HGF-SCR, Kreislaufentlastung ... 10
4.5 Spitzenpegel ... 11
5 Berechnung der Schallimmissionen, Beurteilungspegel ... 11
6 Bewertung der Ergebnisse ... 12

Anhang A Planunterlagen, Daten
Planunterlagen
Schallquellenplan HGF-SCR, Stand 14.01.2022 ... A-1
Übersicht Kreislaufentlastung, Stand 14.01.2022 ... A-5
Genehmigungsbescheid ZKW Otterbein ... A-7

Anhang B Berechnungsmodell, Ergebnisse
Berechnungsmodell
Übersicht, Immissionsorte ... B-1
Schallquellen ... B-2
Räumliche Darstellung ... B-3
Ergebnisse – Flächenhafte Darstellung der Beurteilungspegel, Höhe 6 m über GOK
Beurteilungszeitraum Tag ... B-4
Beurteilungszeitraum lauteste Nachtstunde ... B-5
Einzelpunktberechnungen, Beurteilungspegel ... B-6

Anhang C Eingabedaten der Berechnung ... C-1 ÷ C-17

1 Aufgabenstellung

Im Zuge des Genehmigungsverfahrens nach Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG), u.a. zum Neubau eines Heißgas-Filters und selektiver katalytischer Reduktion (HGF-SCR), einer Anlage zur Kreislaufentlastung, einer Walking-Floor-Andockstation sowie der Erhöhung der Ersatzbrennstoffrate und des Ersatzbrennstoffmixes am Zementdrehrohrofen sind die Geräuscheinwirkungen in der Nachbarschaft infolge der Umsetzung des Antragsgegenstands durch eine Schallimmissionsprognose zu ermitteln und nach TA Lärm zu beurteilen.

Dabei ist auf das Irrelevanzkriterium der TA Lärm – Einwirkungsbereich einer Anlage – mit Unterschreitung der zulässigen Immissionsrichtwertanteile der Gesamtanlage "ZKW Otterbein" um mindestens 10 dB abzustellen. Damit trägt die untersuchte Teilanlage auch bei einer evtl. Richtwertausschöpfung nicht zu maßgeblichen Erhöhungen / Überschreitungen bei.

Darüber hinaus soll die schalltechnische Aufnahme der gesamten Anlage "ZKW Otterbein" – Bestand und geplante Änderungen – durchgeführt werden. Die Wölfel Engineering GmbH & Co. KG ist auch mit der Durchführung dieser Untersuchungen beauftragt.

Ggf. erforderliche Maßnahmen zur Geräuschminderung genehmigungsbedürftiger Anlagen gemäß Betreiberpflichten im Sinne der Nrn. 2.5 und 3.1 der TA Lärm sind zu bestimmen.

2 Unterlagen

Nr.	Dokument/Quelle	Bezeichnung/Beschreibung
/1/	Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG	Anlagenbeschreibungen, Betriebsangaben, Genehmigungen Auszüge aus dem Liegenschaftskataster, Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation Abstimmungsgespräch und Anlagenbegehung am 16.11.2021 mit Herrn Dirk Meuser, RP Kassel weitere Anlagenbegehungen mit schalltechnischen Aufnahmen zum Bestandsbetrieb am 18.01. und 08.02.2022
/2/	Scheuch GmbH Aurolzmünster, Österreich	Schallquellenplan AT-01251925-5, Rev. A 29.11.2021
/3/	thyssenkrupp Industrial Solutions	Anlagenplan , Anlage zur Kreislaufentlastung 61015705, 14.01.2022
/4/	VDZ Technology gGmbH, Düsseldorf	Geometrie von Anlagengebäuden im georeferenzierten "shape-Format"
/5/	TA Lärm, 1998-08 geändert 2017-06	Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm - TA Lärm)
/6/	DIN ISO 9613-2: 1999-10 und Entwurf 1997-09	Akustik - Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien, Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren
/7/	DIN EN 12354-4 2017-11	Bauakustik - Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden aus den Bauteileigenschaften Teil 4: Schallübertragung von Räumen ins Freie
/8/	Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg	Parkplatzlärmstudie, 6. Auflage August 2007
/9/	Hessisches Landesamt für Umwelt u. Geologie	Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen durch Lastkraftwagen auf Betriebsgeländen von Frachtzentren, Auslieferungslagern, Speditionen und Verbrauchermärkten sowie weiterer typischer Geräusche von Verbrauchermärkten Heft 3, 2005
/10/	Bayerisches Landesamt für Umweltschutz	Schalltechnische Hinweise für die Aufstellung von Wertstoffcontainern (Wertstoffsammelstellen), Januar 1993
/11/	Hessisches Landesamt für Umwelt	Technischer Bericht zur Untersuchung der Geräuschemissionen von Baumaschinen, Heft 247, 1998
/12/	Wölfel Engineering GmbH + Co. KG	„IMMI“ Release 20211206, Programm zur Schallimmissionsprognose, geprüft auf Konformität gemäß den QSI-Formblättern zu VDI 2714:1988-01, VDI 2720 Blatt1:1997-03, DIN ISO 9613-2:1999-10, Schall 03:1990/2015, RLS-90:1990 und gemäß TEST-20 der BAST für RLS-19:2019

3 Örtliche Situation, Anforderungen zum Schallimmissionsschutz

Die Anlagen des Zement- und Kalkwerks Otterbein (ohne Kalksteintagebau) liegen ca. 400 – 450 m südöstlich des Ortsrands der Gemeinde Müs und sind durch die östlich von Müs verlaufende Georg-Otterbein-Straße an die nördlich in ca. 1,2 km Entfernung verlaufende Bundesstraße 254 angebunden.

Weitere Ortschaften in der Umgebung sind in ca. 1,5 km Entfernung nordöstlich Großenlüder und in ca. 1,3 km Abstand in südöstlicher Richtung Uffhausen.

Als maßgebliche Immissionsorte – teils per Genehmigungsbescheid festgesetzt – werden untersucht:

			Schutzanspruch
IO 1	Wohnhaus Am Stempel 21, Müs	1. Obergeschoss	WA*) - Allgemeines
IO 2	Whs. Georg-Otterbein-Str. 5, Müs	1. Obergeschoss	WA*) Wohngebiet
IO 3.1	Whs. Kirchweg 13, Müs	Erdgeschoss Südost	WA*)
IO 3.2	Whs. Kirchweg 13, Müs	Dachgeschoss Südwest	WA*)
IO 4	Whs. Am Rasen 8, Müs	1. Obergeschoss	WA*)
IO 5	Whs. Am Kalkwerk 4, Großenlüder	Dachgeschoss	GE - Gewerbegebiet
IO 6	Gebiet Zum Sesselsgraben, Uffhausen	1. Obergeschoss	WA

*) Die Immissionsorte in Müs sind mit dem Schutzgrad Allgemeines Wohngebiet einzustufen. Aufgrund der langjährig gewachsenen Nachbarschaft zum ZKW Otterbein wurde die Gemengelage nach TA Lärm Nr. 6.7 festgestellt und für den Beurteilungszeitraum lauteste Nachtstunde ein über dem Immissionsrichtwert WA liegender Zwischenwert festgesetzt, der den Richtwert für Mischgebiete noch um 2 dB unterschreitet. In der vorliegenden Untersuchung wird zur Komponentenauslegung jedoch auch für diese Immissionsorte der reguläre Nachtrichtwert zugrunde gelegt.

Für die Beurteilungspegel aus dem Gesamtbetrieb aller einwirkenden Anlagengeräusche gelten entsprechend der Gebietseinstufung (Schutzanspruch) gemäß TA-Lärm Nr. 6.1 die Immissionsrichtwerte (IRW):

Beurteilungszeiträume Schutzanspruch		TA-Lärm IRW / dB(A)	Beurteilungs-zeit / h	Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit	
tagsüber, 6 – 22 Uhr,	GE	65	16	werktags	6 – 7, 20 – 22 Uhr
	MI	60		sonntags	6 – 9, 13 – 15, 20 – 22 Uhr
	WA	55			
nachts, 22 – 6 Uhr,	GE	50	lauteste Stunde		
	MI	45			
	WA	40			

Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die Immissionsrichtwerte am Tag um nicht mehr als 30 dB(A) und in der Nacht um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten.

Zusätzlich ist nach Nr. 6.5 der TA Lärm für Immissionsorte in Wohngebieten (WA, WR) sowie Kur- und Krankenhausgebieten (KR) die besondere Störwirkung von Geräuschen in Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit bei der Ermittlung der Beurteilungspegel durch einen Zuschlag von 6 dB (energetisch Faktor 4) zu berücksichtigen.

Die Immissionsrichtwerte sind durch die Geräuscheinwirkungen aller gewerblichen Anlagen (Summenwirkung) einzuhalten. Gemäß TA-Lärm Nr. 3.2.1 ist eine zu beurteilende Anlage auch ohne die Ermittlung der Geräuschvorbelastung genehmigungsfähig, wenn die Beurteilungspegel die Immissionsrichtwerte um mindestens 6 dB unterschreiten.

Im vorliegenden Fall sind die schalltechnischen Festsetzungen im rechtsgültigen Genehmigungsbescheid für die Immissionsorte IO 1 bis 4 bindend. Am Immissionsort IO 5 liegt eine relevante gewerbliche Geräuschvorbelastung vor. Der nordwestliche Ortsrand von Uffhausen ist durch Wohnbebauung geprägt und offensichtlich keinen weiteren gewerblichen Geräuschimmissionen ausgesetzt, sodass hier auch ein geringerer Abschlag als 6 dB in Erwägung gezogen kann. Aus gutachterlicher Sicht erscheint ein um 3 dB reduzierter Richtwertanteil ausreichend. Dies ist noch im Zuge der Anlagengesamtbeurteilung mit der Genehmigungsbehörde abzustimmen.

Für den vorab zu beurteilenden Anlagenteilbetrieb wird die Einhaltung folgender Immissionsrichtwertanteile zugrunde gelegt:

IO 1	Am Stempel 21, Müs	tags	45 dB(A)	nachts	30 dB(A)
IO 2	Georg-Otterbein-Str. 5, Müs		45		30
IO 3.1	Kirchweg 13, Müs, SO		45		30
IO 3.2	Kirchweg 13, Müs, SW		45		30
IO 4	Am Rasen 8, Müs		45		30
IO 5	Am Kalkwerk 4, Großenlüder		49		34
IO 6	Zum Sesselsgraben, Uffhausen		39		24

An den v.g. Immissionsorten werden die Geräuschimmissionen in den angegebenen Geschossen ermittelt und detailliert dokumentiert. An ggf. weiteren möglichen Immissionsorten können die Beurteilungspegel anhand der farbgrafischen Darstellung der Isophonen in Anhang B bewertet werden.

Gemäß TA Lärm, Nr. 7.4, sollen Geräusche des An- und Abfahrtverkehrs auf öffentlichen Verkehrswegen bis zu einer Entfernung von 500 m vom Betriebsgrundstück außerhalb von Industrie- und Gewerbegebieten durch Maßnahmen organisatorischer Art soweit wie möglich vermindert werden, wenn durch diese Geräuscheinwirkungen:

- die Beurteilungspegel für Verkehrsgeräusche um mindestens 3 dB erhöht werden
- keine Vermischung mit dem übrigen Straßenverkehr erfolgt ist
- und die Immissionsgrenzwerte der 16.BImSchV erstmals oder weitergehend überschritten werden.

Der An- und Abfahrtverkehr führt ausschließlich über die Georg-Otterbein-Straße zur B 254. Zwischen der südlichen Ortsanbindung von Müs und dem ZKW Otterbein (Länge ca. 400 m) liegt keine relevante Vermischung mit dem übrigen Straßenverkehr vor. Im weiteren Verlauf ist hinsichtlich des Schwerverkehrs von einem hohen Anteil durch den anlagenbezogenen An- und Abfahrtverkehr des ZKW auszugehen. Der zusätzliche Schwerverkehr durch den zu beurteilenden Anlagenteilbetrieb des Antragsgegenstands führt gegenüber dem übrigen Schwerverkehr zu keiner relevanten Erhöhung der Geräuschimmissionen und wird im Zuge des künftig geplanten Verkehrsaufkommens bei der Beurteilung des Anlagengesamtbetriebs untersucht. So beträgt die rechnerische Erhöhung der Geräuschimmissionen gegenüber dem Vergleichswert bei 81 LKW (jeweils 2 Bewegungen für An- und Abfahrt) durch die täglich bis zu 3 zusätzlichen Fahrzeuge:

$$10 \lg (84 / 81) = 0{,}16 \text{ dB}$$

und ist als irrelevant zu bewerten.

4 Anlagenbeschreibung, Ermittlung der Geräuschemissionen

Am südöstlich von Müs gelegenen Anlagenstandort der Zement- und Kalkwerke Otterbein sind unter anderem Änderungen in Bezug auf eine zusätzliche Abgasreinigung, eine Anlage zur Kreislaufentlastung zur Sicherstellung der Verfügbarkeit und Energieeffizienz der Drehofenanlage bei gesteigertem Einsatz von Biomasse statt Kohle, sowie in Bezug auf die Versorgung des Drehofens mit klimafreundlichen Brennstoffen geplant. Die Abgasführung wird am Ende des Vorwärmers (Abgaswärmetauscher) um einen Heißgasfilter und Katalysator "HGF-SCR" innerhalb des bestehenden Abgaswegs ergänzt. Zusätzlich sind betriebsbedingte Ergänzungen durch eine Kreislaufentlastungsstrecke unmittelbar ab Drehofen mit eigenem hocheffizienten Gewebefilter erforderlich. In den v.g. Abgasführungen sind auch bauliche Komponenten (Stahlbau) und Förder- / Regelkomponenten enthalten. Die vorhandene Andockstation für Brennstoffe (östlicher Anlagenbereich) wird um eine weitere sog. Walking Floor Anlage westlich der Kalkschachtöfen mit zwei Andockstellen für LKW-Auflieger erweitert. Durch die Erhöhung der Einsatzmengen an Eisenerz und Hüttensand ist gegenüber dem aktuellen Bestand jeweils mit einer zusätzlichen Lieferung zu rechnen, die jedoch nicht kumulativ am selben Arbeitstag zu den v.g. Lieferungen erfolgen.

Die Geräuschemissionen basieren auf den vorliegenden Planunterlagen und Angaben zum Stand KW 07/2022 und werden als Summenschallleistungspegel für Dauerbetrieb in die Berechnungen übernommen. Der im Zusammenhang mit der neuen Walking Floor Anlage zusätzliche Lieferverkehr wird als Anlagenverkehr und den entsprechenden Wechselvorgängen berücksichtigt.

4.1 Betriebszeiten

Der Anlagenbetrieb erfolgt als Dauerbetrieb an allen 7 Wochentagen und Nächten, Lieferverkehr zur neuen Walking Floor Anlage nur tagsüber.

4.2 Schallabstrahlung aus Gebäuden

Maßgebliche Schallemissionen aus Gebäuden resultieren aus dem neuen Betriebsraum für Pumpen, Gebläse und Drucklufterzeugung, der im Erdgeschoss des Vorwärmturms (Wärmetauscher) eingerichtet werden soll. Dieser Raum ist in Massivbauweise errichtet und verfügt an der Südfassade über eine mit Metallpaneelen verschlossene Toröffnung. Der Innenpegel der Walking Floor Anlage wird entsprechend der Aufnahme der Bestandsanlage als aufgerundeter oberer Grenzwert gewählt.

Maschinenaufstellraum	$L_{Innen} = L_{Innen,r}$	$\leq$ 95 dB(A)
Walking Floor Anlage	$L_{Innen} = L_{Innen,r}$	$\leq$ 80 dB(A)

Die Schalldämmungen der Außenbauteile werden angesetzt mit:

Maschinenaufstellraum EG	Außenwände	$R_w \geq$ 45 dB
	Dachfläche massiv und überbaut, nicht relevant	
	Tor verschlossen	$R_w \geq$ 15 dB
	Zugangstür Ost	$R_w =$ 0 dB = ständig geöffnet
Walking Floor Anlage	Außenwände + Dach	$R_w \geq$ 25 dB
	Andockseite West vollständig offen	

4.3 Lieferverkehr, Anlagenverkehr

Die Erhöhung des Anlagenverkehrs um bis zu 3 LKW täglich wird aufgrund der unterschiedlichen Lagerorte (Walking-Floor, Eisenerz, Hüttensand) auf der sicheren Seite mit Fahrweg über das gesamte Anlagengelände von der Waage bis zu den nordöstlichen Lagerflächen abgebildet.

An der neuen Andockstation werden 2 Aufliegerwechsel tagsüber berücksichtigt und auf der sicheren Seite analog zu jeweils 2 Containerwechselvorgängen angesetzt. An den Lagerorten für Eisenerz und Hüttensand wird jeweils ein Abkippvorgang und die Aufhaldung sowie eine höhere Beschickungsquote mit zusätzlicher Einsatzdauer eines Radladers berücksichtigt. Die v.g. Vorgänge bilden damit ein worst case Szenario über alle Verladeorte ab. Alle Lieferfahrzeuge werden bei der Ein- und Ausfahrt verwogen.

Waage – Parkbewegungen nach Parkplatzlärmstudie /8/, getrenntes Verfahren

$\mathbf{L_{w,r} = L_{W0} + K_{PA} + K_I + 10lg\,(B \cdot N)}$

L_{W0}	=	Ausgangsschallleistungspegel für eine Bewegung je Stunde auf einem P+R Parkplatz		=	63,0	dB(A)
K_{PA}	=	Zuschlag für die Parkplatzart Abstellplätze / Autohöfe für Lastkraftwagen		=	14,0	dB
K_I	=	Zuschlag für das Taktmaximalpegelverfahren Abstellplätze / Autohöfe für Lastkraftwagen		=	3,0	dB
$B \cdot N$	=	Parkbewegungen je Stunde im Beurteilungszeitraum 3 LKW je 2 Verwiegungen	$10\,lg\,(3 \cdot 2 / 16)$	=	- 4,3	dB
		$L_{W,r} = 63 + 14 + 3 - 4,3$		=	75,7	dB(A)

LKW Fahrverkehr nach Studie Heft 3 /9/ Kap. 8.1.1

$\mathbf{L'_{w,r} = L'_{W,1h} + K_R + 10\,lg\,(n) + 10lg\,(1h / T_r)}$

$L'_{W,1h}$	=	zeitlich gemittelter Schallleistungspegel für 1 LKW > 105 kW pro Stunde auf einer Strecke von 1 m		=	63,0	dB(A)
K_R	=	Zuschlag für besondere Fahrzustände alle Fahrten mit Rangierzuschlag, sichere Seite		=	3,0	dB
n	=	Anzahl der Fahrzeuge in der Beurteilungszeit T_r 3 LKW, An- und Abfahrt	$10\,lg\,(3 \cdot 2)$	=	7,8	dB
T_r	=	Beurteilungszeitraum Tag 16 Stunden	$10\,lg\,(1 / 16)$	=	- 12,0	dB
		$L'_{W,r} = 63 + 3 + 7,8 - 12,0$		=	61,8	dB(A)

Aufliegerwechsel analog Containerwechsel nach Studie Wertstoffsammelstellen /10/ Tab. 3.5

$\mathbf{L_{W,r} = L_W + 10\,lg\,(n) + 10\,lg\,(T / T_r)}$

L_W	=	Schallleistungspegel für einen Containerwechsel Stahlabrollcontainer		=	114,0	dB(A)
n	=	Anzahl, 2 Wechsel je Auflieger	$10\,lg\,(2 \cdot 2)$	=	6	dB
T	=	Wirkzeit / Vorgangsdauer eines Wechsels, 175 s				
T_r	=	Beurteilungszeitraum 16 Stunden	$10\,lg\,((175/ 3600) / 16))$	=	- 25,2	dB
		$L_{W,r} = 114 + 6 - 25,2$		=	94,8	dB(A)

Abkippen Hüttensand / Eisenerz in Anlehnung an Studie Heft 247 /11/ Nr. 70

	Muldenkipper kippt Kies ab						
Schallleistungspegel	L_{WAeq}	=	107,3	dB(A)			
Impulszuschlag	K_I	=	4,2	dB			
Maximalpegel	L_{max}	=	115,1	dB(A)			
Vorgangsdauer	T	=	1	Minute			
zeitbezogen 1 Vorgang / h	$L_{W,1h}$	=	107,3 + 4,2 + 10 lg (1 / 60)	≈	94 dB(A)		
2 Vorgänge / Tag	$L_{W,r}$	=	94 + 10 lg (2 / 16)	=	85	dB(A)	

Radladerbetrieb für Aufhaldung und Beschickung Hüttensand / Eisenerz

$L_{W,r}$	**=**	**$L_W + K_I + 10$ lg (T / T_r)**			
L_W	=	Schallleistungspegel Radlader L 556			
		Herstellerangabe nach Richtlinie 2000/14/EG	=	104,0	dB(A)
K_I	=	Zuschlag für Impulshaltigkeit, "weiches" Material	=	3	dB
T	=	Wirkzeit Arbeitsbetrieb < 1 Stunde			
T_r	=	Beurteilungszeitraum 16 Stunden			
		10 lg (1 / 16))	=	- 12,0	dB
		$L_{W,r}$ = 104 + 3 – 12	=	95,0	dB(A)

4.4 Anlagenkomponenten HGF-SCR, Kreislaufentlastung

HGF-SCR auf Basis Schallquellenplan Firma Scheuch:

vkd56	=	Stützluftventilator, Stahlbaubühne Südost unten					
		Gesamtemission Ventilator mit Antrieb					
		Anforderung L_{Wau} abweichend zur Planung	$L_W = L_{W,r}$	≤	96,0	dB(A)
vmb45	=	Ventilator Aufheizleitung, Stahlbaubühne Nordost unten					
		Gesamtemission Ventilator mit Antrieb					
		Anforderung L_{Wau} abweichend zur Planung	$L_W = L_{W,r}$	≤	94,0	dB(A)
vml25	=	Siloentstaubung, Stahlbaubühne Nord unterhalb Filter					
		Anforderung L_{Wau} wie Planung	L_W	=	90,0	dB(A)
		Impulszuschlag Abreinigung	K_I	=	6,0	dB
			$L_{W,r}$	≤	96,0	dB(A)
HGF	=	Schallabstrahlung Penthouse / Filterabreinigung					
		Schallleistungspegel gemäß Planung	L_W	=	85,0	dB(A)
		Impulszuschlag Abreinigung	K_I	=	7,0	dB
			$L_{W,r}$	≤	92,0	dB(A)
SchP	=	2 Schneckenpumpen, Stahlbaubühne Süd unterhalb Filter					
		keine relevanten Geräuschemissionen, dennoch Vorhaltung					
		für evtl. kleinere Vorgänge / Apparaturen					
		Schallleistungspegel = Anforderung jeweils	$L_W = L_{W,r}$	≤	90,0	dB(A)
Kühler	=	Freistehender Kühler am Boden, Vorwärmturm Nordwest					
		Schallleistungspegel = Anforderung	$L_W = L_{W,r}$	≤	90,0	dB(A)

Anlage zur Kreislaufentlastung, Abstimmung Firma Polysius:

Kühlluft	=	Kühlluftgebläse auf Stahlbaubühne Drehofen, Nordost					
		Gesamtemission Ventilator mit Antrieb					
		Schallleistungspegel = Anforderung	$L_W = L_{W,r}$	≤	90,0	dB(A)
Vent.	=	Stützluftventilator neben Filter, bodennahe Aufstellung					
		Gesamtemission Ventilator mit Antrieb					
		Schallleistungspegel = Anforderung	$L_W = L_{W,r}$	≤	95,0	dB(A)
Filter	=	Gewebefilter in der Kreislaufentlastung					
		Schallabstrahlung Filterabreinigung					
		Schallleistungspegel = Anforderung	L_W	=	85,0	dB(A)
		Impulszuschlag Abreinigung	K_I	=	7,0	dB
			$L_{W,r}$	≤	92,0	dB(A)

4.5 Spitzenpegel

Bei den vorliegenden Entfernungen zu den maßgeblichen Immissionsorten von deutlich mehr als 400 m sind Spitzenpegelereignisse durch den zu beurteilenden Antragsgegenstand unkritisch.

5 Berechnung der Schallimmissionen, Beurteilungspegel

Für die Geräuscheinwirkungen aus dem geplanten Antragsgegenstand werden die zu erwartenden Beurteilungspegel an den maßgeblichen Immissionsorten in der Umgebung des ZKW Otterbein mit dem PC-Programm IMMI /12/ durch eine Schallimmissionsprognose ermittelt und nach TA Lärm beurteilt.

Die Schallabschirmung bzw. mögliche Schallreflexionen durch die Anlagengebäude werden berücksichtigt. Die Geländetopografie ist durch Höhenlinien modelliert. Eine Anlagenübersicht mit Eintrag der Immissionsorte und die Berechnungsgeometrie mit Zuordnung der Schallquellen zeigen die Seiten B-1 bis B-3. Die Eingabedaten des Berechnungsmodells sind, teilweise in Auszügen, auf den Seiten C-1 bis C-17 aufgelistet.

Die Beurteilungspegel sind auf den Seiten B-4 und B-5 in Höhe 6,0 m über Gelände flächenhaft farbgrafisch dargestellt.

Die Ergebnisse der Einzelpunktberechnungen für die gewählten Immissionsorte sind mit den maßgeblichen Anteilen aller Geräuschquellen auf den Seiten B-6 bis B-12 tabellarisch zusammengefasst.

Immissionsort	Beurteilungspegel L_r / dB(A)	
	Tag	Nacht
IO 1 – Müs, Am Stempel 24	27	27
IO 2 – Müs, Georg-Otterbein Str. 5	26	26
IO 3.1 – Müs, Kirchweg 13, EG Südost	29	29
IO 3.2 – Müs, Kirchweg 13, DG Südwest	30	30
IO 4 – Müs, Am Rasen 8	28	27
IO 5 – Großenlüder, Am Kalkwerk 3	15	14
IO 6 – Uffhausen, Zum Sesselsgraben	25	24

Die Ergebnisse enthalten noch nicht den Zuschlag für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit nach TA Lärm Nr. 6.5 für Immissionsorte mit Schutzanspruch WA. Bei gleichmäßiger Verteilung über den gesamten Tageszeitraum von 16 Stunden ergibt sich eine Erhöhung der Beurteilungspegel um 1,9 dB an Werktagen und um 3,6 dB an Sonn- und Feiertagen.

Die Qualität der Ergebnisse entspricht dem Standard der detaillierten Prognose der TA Lärm mit A-bewerteten Schallpegeln. Bei den angegebenen Beurteilungspegeln handelt es sich um Mitwind-Mittelungspegel $L_{AT}(DW)$.

6 Bewertung der Ergebnisse

Der Antragsgegenstand wurde auf ein räumliches Berechnungsmodell abgebildet. Dabei sind die Anlagengebäude zunächst auf Basis von "Shape Daten" des VDZ berücksichtigt.

Die Schallemissionsdaten basieren auf Planungsangaben und im Zuge dieses Gutachtens festgesetzten zulässigen Werten, siehe Kap. 4.

Die ermittelten Beurteilungspegel für Anlagendauerbetrieb unterschreiten an den per gültigem Genehmigungsbescheid festgesetzten Immissionsorten in Müs den Immissionsrichtwert Nacht der TA Lärm für Allgemeine Wohngebiete von 40 dB(A) um mindestens 10 dB. Da der Betrieb auch tagsüber nur unwesentlich höhere Geräuschimmissionen verursacht, ergeben sich Unterschreitungen des Tagrichtwerts von 55 dB(A) um mindestens 25 dB, sodass sich die gesonderte Berücksichtigung des Beurteilungszuschlags für Tageszeiten mit erhöhter Empfindlichkeit erübrigt.

Am nordwestlichen Ortsrand von Uffhausen (IO 5) liegt der Beurteilungspegel nachts um 10 dB unter dem um 6 dB verminderten Immissionsrichtwert von 34 dB(A), sodass auch eine mögliche – offensichtlich aber nicht vorliegende – relevante Geräuschvorbelastung durch weitere Gewerbeanlagen sicher abgedeckt wäre. Am Kalkwerk 3 mit Schutzgrad Gewerbegebiet ergibt sich die noch deutlichere Unterschreitung des Richtwerts für Gewerbegebiete.

Mit Einhaltung der in Kap. 4 definierten / zulässigen Schallleistungspegel erfüllt der beurteilte Anlagenteilbetrieb das Irrelevanzkriterium nach Nr. 2.2.a) der TA Lärm. Mit Unterschreitung der Immissionsrichtwerte um mindestens 10 dB liegen die Immissionsorte damit nicht mehr im Einwirkungsbereich dieser (Teil-) Anlage. Nach dem Stand der Lärmminderungstechnik vermeidbare Geräuschemissionen werden durch die Aufstellung schalltechnisch relevanter Komponenten innerhalb des Technikraums im Erdgeschoss des Vorwärmturms (Wärmetauscher) und lokale Minderungsmaßnahmen an Ventilatoren und Antrieben auf ein weitestgehend unvermeidbares Maß reduziert.

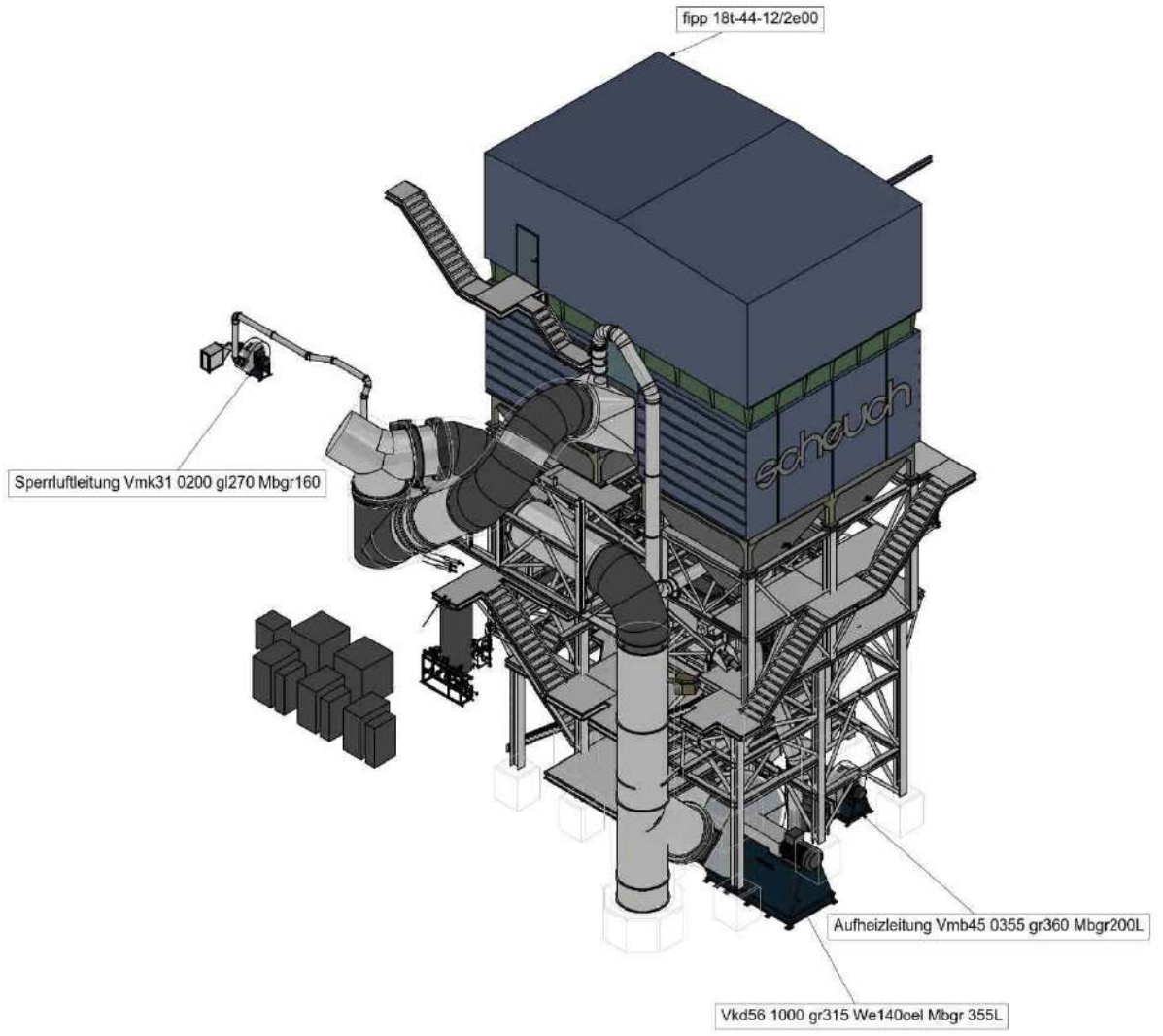
Die Aufnahme des Anlagengesamtbetriebs mit Erstellung eines sog. Lärmkatasters für die Zement- und Kalkwerke Otterbein am Anlagenstandort Müs ist beauftragt und aktuell in Bearbeitung. Aufgrund der dazu umfangreichen Arbeiten ist ein hoher zeitlicher Aufwand erforderlich. Die vorliegende Beurteilung erbringt den Nachweis der Einhaltung der Anforderungen des Schallimmissionsschutzes nach TA Lärm durch den Antragsgegenstand.

My / DH

Anhang A Planunterlagen, Daten

Planunterlagen

Schallquellenplan HGF-SCR, Stand 14.01.2022



b Ergänzung von Abreinigungsschaltdaten, Verfeinerung des Layouts
a Ergänzung von Abreinigungsschaltdaten, Verfeinerung des Layouts

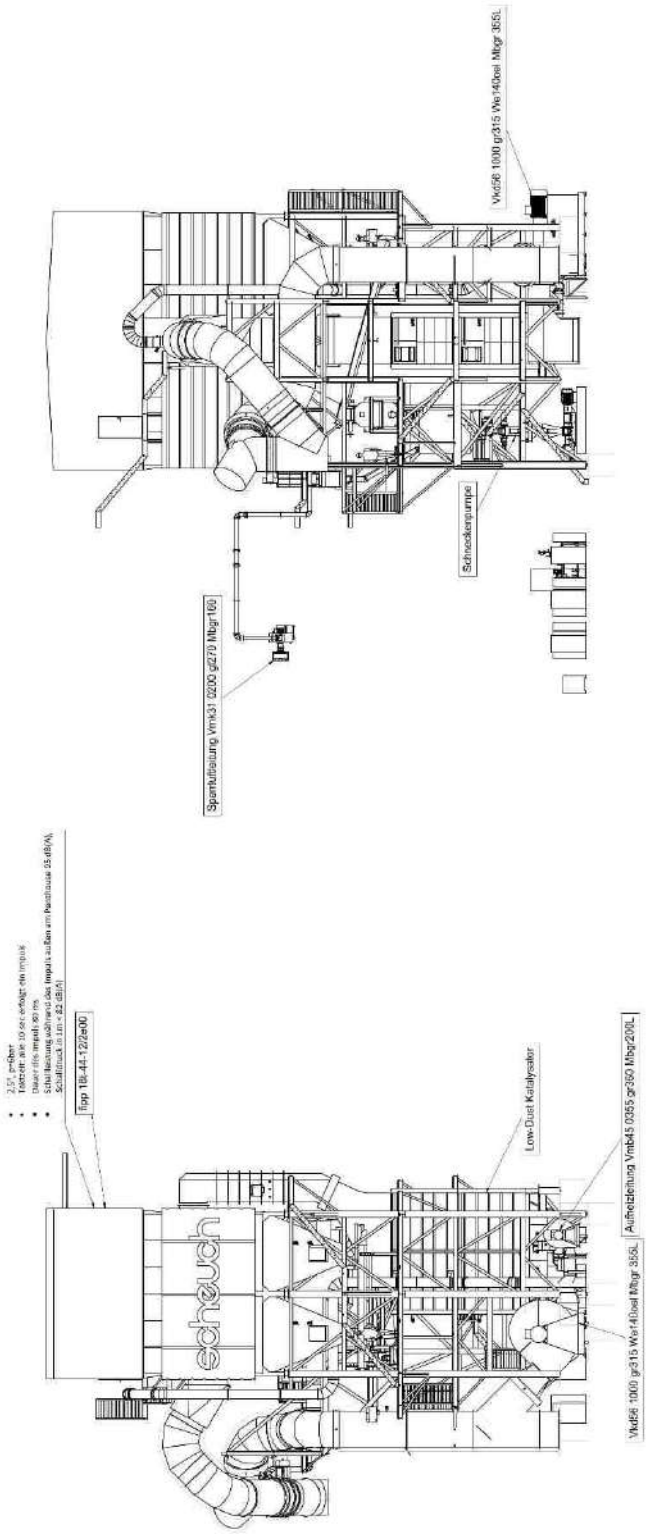
222948
Rev. Description
Projektionsmethode 1
Zement- und Kalkwerke Otterbein
Heißgasfilter - Katalysatoranlage
ISO 128

Schallquellenplan
-
Anlagenplan

Quelle: Scheuch GmbH, Aurolzmünster - Österreich

Planunterlagen

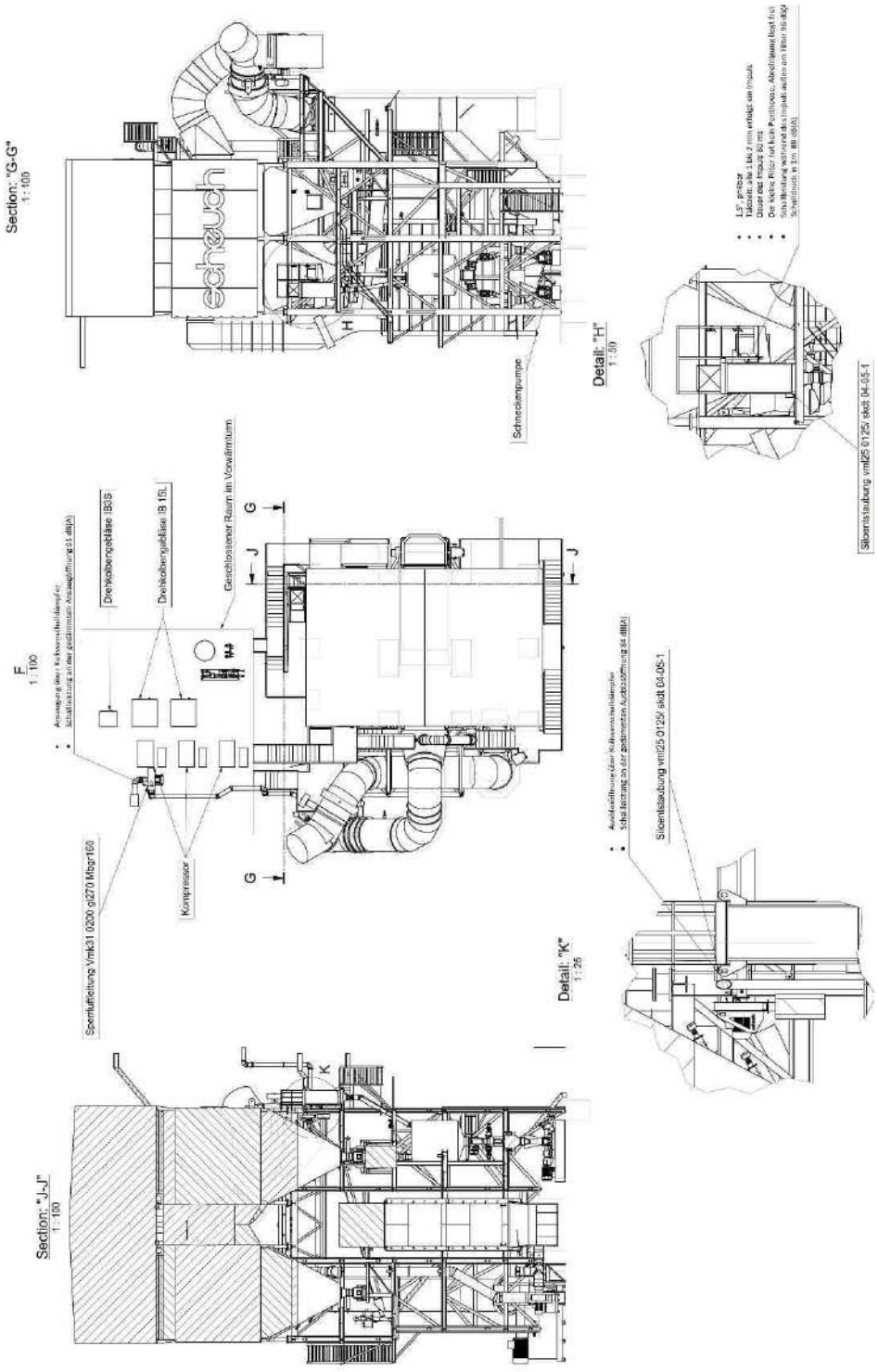
Schallquellenplan HGF-SCR, Stand 14.01.2022



Quelle: Scheuch GmbH, Aurolzmünster - Österreich

Planunterlagen

Schallquellenplan HGF-SCR, Stand 14.01.2022



Quelle: Scheuch GmbH, Aurolzmünster - Österreich

Planunterlagen

Schallquellenplan HGF-SCR, Stand 14.01.2022

Firma:	Zement- und Kalkwerke Otterbein		Anlagedatum:	22.11.2021
Projekt:	Heißgasfilter-Katalysatoranlage		Erstelldatum:	30.04.2020
Angebot / KalkNr:	240704 / A-222948		Modus:	DIREKT MODUS
Position:	1.9.8.1 Scheuch Radialventilator mit Zubehör			
Bearbeiter:	Stefan Kronberger			
Ventilatortype		vmk31 0200-hb29		
Antriebsart		Direktantrieb		
Bauart		einseitig-saugend		
Fördermedium		Reingas		

f [Hz]	31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Summe
Lw [dB]										113,3
LS [dB]										15,0
Lwa [dBA]	65,3	79,3	90,3	98,3	104,3	103,3	99,3	94,3	88,3	108,3
Lwas [dBA]	55,3	69,3	80,3	88,3	94,3	93,3	89,3	84,3	78,3	98,3
Lpas [dBA]	47,1	61,1	72,1	80,1	86,1	85,1	81,1	76,1	70,1	90,1
Lwad [dBA]	65,3	79,3	90,3	98,3	104,3	103,3	99,3	94,3	88,3	108,3
Lpad [dBA]	57,1	71,1	82,1	90,1	96,1	95,1	91,1	86,1	80,1	100,1
Lwag [dBA]	46,3	60,3	71,3	79,3	85,3	84,3	80,3	75,3	69,3	89,3
Lpag [dBA]	31,3	45,3	56,3	64,3	70,3	69,3	65,3	60,3	54,3	74,3
Lwam [dBA]										84,0
Lpam [dBA]										74,0
Lwau [dBA]										92,2
Lpau [dBA]										77,2

Lw	[dB]	linearer innerer Schallleistungspegel
LS	[dB]	Meßflächenmaß
Lwa	[dBA]	innerer Schallleistungspegel
Lwas	[dBA]	Schallleistungspegel an der freien Saugöffnung
Lpas	[dBA]	Schalldruckpegel an der freien Saugöffnung in 1m Abstand unter 45°
Lwad	[dBA]	Schallleistungspegel an der freien Ausblasöffnung
Lpad	[dBA]	Schalldruckpegel an der freien Ausblasöffnung in 1m Abstand unter 45°
Lwag	[dBA]	Gehäuseschallleistungspegel bei angeschlossener Saug- und Drucköffnung
Lpag	[dBA]	Gehäuseschalldruckpegel in 1m Abstand
Lwam	[dBA]	Schallleistungspegel des Antriebsmotors
Lpam	[dBA]	Schalldruckpegel des Antriebsmotors in 1m Abstand
Lwau	[dBA]	Schallleistungspegel des Ventilators mit Antrieb
Lpau	[dBA]	Messflächen-Schalldruckpegel mit Antrieb, in 1m Abstand

Firma:	Zement- und Kalkwerke Otterbein		Anlagedatum:	22.11.2021
Projekt:	Heißgasfilter-Katalysatoranlage		Erstelldatum:	12.10.2020
Angebot / KalkNr:	240704 / A-222948		Modus:	DIREKT MODUS
Position:	1.5.3 SCHEUCH Radialventilator			
Bearbeiter:	Stefan Kronberger			
Ventilatortype		vml25 0125-hb29		
Antriebsart		Direktantrieb		
Bauart		einseitig-saugend		
Fördermedium		Reingas		

f [Hz]	31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Summe
Lw [dB]										106,3
LS [dB]										14,0
Lwa [dBA]	58,3	72,3	83,3	91,3	97,3	96,3	92,3	87,3	81,3	101,3
Lwas [dBA]	47,3	61,3	72,3	80,3	86,3	85,3	81,3	76,3	70,3	90,3
Lpas [dBA]	39,2	53,2	64,2	72,2	78,2	77,2	73,2	68,2	62,2	82,1
Lwad [dBA]	58,3	72,3	83,3	91,3	97,3	96,3	92,3	87,3	81,3	101,3
Lpad [dBA]	50,2	64,2	75,2	83,2	89,2	88,2	84,2	79,2	73,2	93,1
Lwag [dBA]	39,3	53,3	64,3	72,3	78,3	77,3	73,3	68,3	62,3	82,3
Lpag [dBA]	25,3	39,3	50,3	58,3	64,3	63,3	59,3	54,3	48,3	68,3
Lwam [dBA]										73,0
Lpam [dBA]										64,0
Lwau [dBA]										83,7
Lpau [dBA]										69,7

Lw	[dB]	linearer innerer Schallleistungspegel
LS	[dB]	Meßflächenmaß
Lwa	[dBA]	innerer Schallleistungspegel
Lwas	[dBA]	Schallleistungspegel an der freien Saugöffnung
Lpas	[dBA]	Schalldruckpegel an der freien Saugöffnung in 1m Abstand unter 45°
Lwad	[dBA]	Schallleistungspegel an der freien Ausblasöffnung
Lpad	[dBA]	Schalldruckpegel an der freien Ausblasöffnung in 1m Abstand unter 45°
Lwag	[dBA]	Gehäuseschallleistungspegel bei angeschlossener Saug- und Drucköffnung
Lpag	[dBA]	Gehäuseschalldruckpegel in 1m Abstand
Lwam	[dBA]	Schallleistungspegel des Antriebsmotors
Lpam	[dBA]	Schalldruckpegel des Antriebsmotors in 1m Abstand
Lwau	[dBA]	Schallleistungspegel des Ventilators mit Antrieb
Lpau	[dBA]	Messflächen-Schalldruckpegel mit Antrieb, in 1m Abstand

Firma:	Zement- und Kalkwerke Otterbein		Anlagedatum:	22.11.2021
Projekt:	Heißgasfilter-Katalysatoranlage		Erstelldatum:	27.04.2020
Angebot / KalkNr:	240704 / A-222948		Modus:	DIREKT MODUS
Postion:	1.10 SCHEUCH Radialventilator (Stützventilator)			
Bearbeiter:	Stefan Kronberger			
Ventilatortype		vkd56 1000-hc14		
Antriebsart		Über Kupplung		
Bauart		einseitig-saugend		
Fördermedium		Reingas		

f [Hz]	31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Summe
Lw [dB]										131,5
LS [dB]										20,0
Lwa [dBA]	84,5	98,5	109,5	116,5	120,5	119,5	115,5	110,5	104,5	124,8
Lwas [dBA]	79,5	93,5	104,5	111,5	115,5	114,5	110,5	105,5	99,5	119,8
Lpas [dBA]	70,3	84,3	95,3	102,3	106,3	105,3	101,3	96,3	90,3	110,6
Lwad [dBA]	82,5	96,5	107,5	114,5	118,5	117,5	113,5	108,5	102,5	122,8
Lpad [dBA]	73,3	87,3	98,3	105,3	109,3	108,3	104,3	99,3	93,3	113,6
Lwag [dBA]	70,5	84,5	95,5	102,5	106,5	105,5	101,5	96,5	90,5	110,8
Lpag [dBA]	50,5	64,5	75,5	82,5	86,5	85,5	81,5	76,5	70,5	90,8
Lwam [dBA]										92,0
Lpam [dBA]										80,0
Lwau [dBA]										111,3
Lpau [dBA]										91,3

Lw	[dB]	linearer innerer Schallleistungspegel
LS	[dB]	Meßflächenmaß
Lwa	[dBA]	innerer Schallleistungspegel
Lwas	[dBA]	Schallleistungspegel an der freien Saugöffnung
Lpas	[dBA]	Schalldruckpegel an der freien Saugöffnung in 1m Abstand unter 45°
Lwad	[dBA]	Schallleistungspegel an der freien Ausblasöffnung
Lpad	[dBA]	Schalldruckpegel an der freien Ausblasöffnung in 1m Abstand unter 45°
Lwag	[dBA]	Gehäuseschallleistungspegel bei angeschlossener Saug- und Drucköffnung
Lpag	[dBA]	Gehäuseschalldruckpegel in 1m Abstand
Lwam	[dBA]	Schallleistungspegel des Antriebsmotors
Lpam	[dBA]	Schalldruckpegel des Antriebsmotors in 1m Abstand
Lwau	[dBA]	Schallleistungspegel des Ventilators mit Antrieb
Lpau	[dBA]	Messflächen-Schalldruckpegel mit Antrieb, in 1m Abstand

Firma:	Zement- und Kalkwerke Otterbein		Anlagedatum:	22.11.2021
Projekt:	Heißgasfilter-Katalysatoranlage		Erstelldatum:	01.10.2020
Angebot / KalkNr:	240704 / A-222948		Modus:	auto
Position:	1.7.2.2.2 SCHEUCH Radialventilator			
Bearbeiter:	Stefan Kronberger			
Ventilatortype		vmb45 0355-hb29		
Antriebsart		Direktantrieb		
Bauart		einseitig-saugend		
Fördermedium		Reingas		

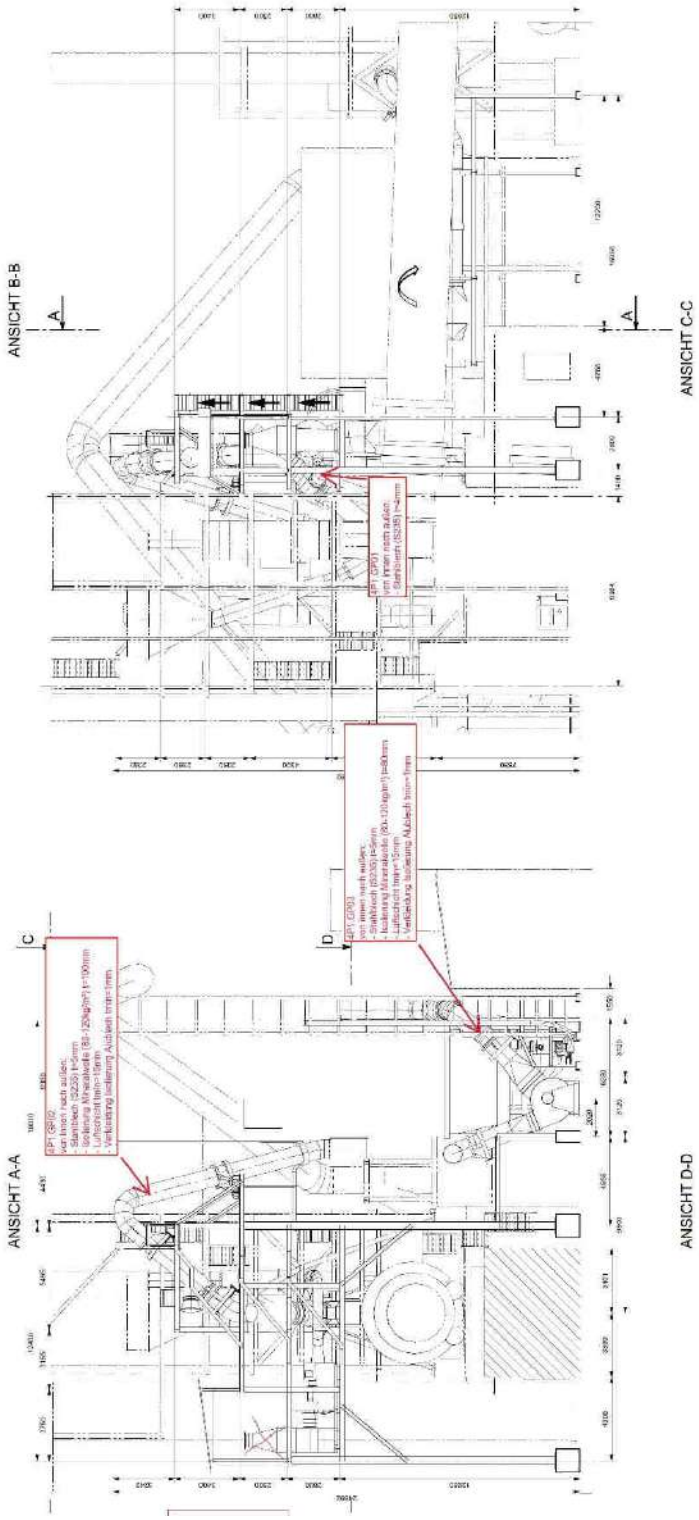
f [Hz]	31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Summe
Lw [dB]										121,8
LS [dB]										17,0
Lwa [dBA]	73,8	87,8	98,8	106,8	112,8	111,8	107,8	102,8	96,8	116,8
Lwas [dBA]	66,8	80,8	91,8	99,8	105,8	104,8	100,8	95,8	89,8	109,8
Lpas [dBA]	58,4	72,4	83,4	91,4	97,4	96,4	92,4	87,4	81,4	101,4
Lwad [dBA]	72,8	86,8	97,8	105,8	111,8	110,8	106,8	101,8	95,8	115,8
Lpad [dBA]	64,4	78,4	89,4	97,4	103,4	102,4	98,4	93,4	87,4	107,4
Lwag [dBA]	54,8	68,8	79,8	87,8	93,8	92,8	88,8	83,8	77,8	97,8
Lpag [dBA]	37,8	51,8	62,8	70,8	76,8	75,8	71,8	66,8	60,8	80,8
Lwam [dBA]										86,0
Lpam [dBA]										75,0
Lwau [dBA]										98,8
Lpau [dBA]										81,8

Lw	[dB]	linearer innerer Schallleistungspegel
LS	[dB]	Meßflächenmaß
Lwa	[dBA]	innerer Schallleistungspegel
Lwas	[dBA]	Schallleistungspegel an der freien Saugöffnung
Lpas	[dBA]	Schalldruckpegel an der freien Saugöffnung in 1m Abstand unter 45°
Lwad	[dBA]	Schallleistungspegel an der freien Ausblasöffnung
Lpad	[dBA]	Schalldruckpegel an der freien Ausblasöffnung in 1m Abstand unter 45°
Lwag	[dBA]	Gehäuseschallleistungspegel bei angeschlossener Saug- und Drucköffnung
Lpag	[dBA]	Gehäuseschalldruckpegel in 1m Abstand
Lwam	[dBA]	Schallleistungspegel des Antriebsmotors
Lpam	[dBA]	Schalldruckpegel des Antriebsmotors in 1m Abstand
Lwau	[dBA]	Schallleistungspegel des Ventilators mit Antrieb
Lpau	[dBA]	Messflächen-Schalldruckpegel mit Antrieb, in 1m Abstand

Quelle: Scheuch GmbH, Aurolzmünster - Österreich

Planunterlagen

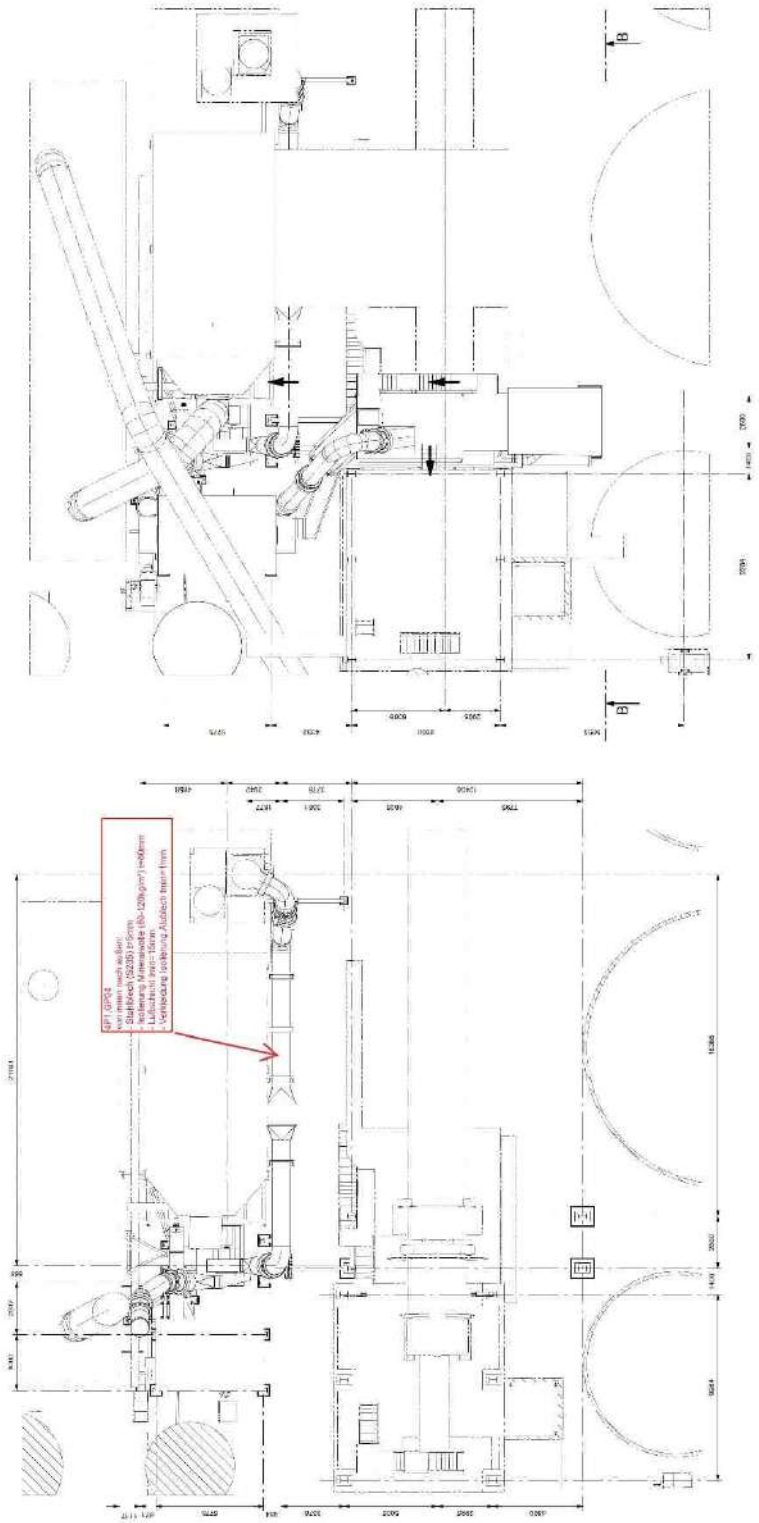
Übersicht Kreislaufentlastung, Stand 14.01.2022



Quelle: thyssenkrupp Industrial Solutions

Planunterlagen

Übersicht Kreislaufentlastung, Stand 14.01.2022



Quelle: thyssenkrupp Industrial Solutions

Genehmigungsbescheid ZKW Otterbein

Az. 33 – 53 e 621-4.13 Otterbein/Bai, 29.05.2013

Auszug Immissionsschutz

3.2.4.
Als maßgebliche Immissionsorte i.S. Nummer 2.3 TA Lärm werden für das Gesamtwerk (vgl. Nebenbestimmung 3.2.3) die Wohnhäuser

- IP 1, Am Stempel 24, 36137 Großenlüder, OT Müs,
- IP 2, Georg-Otterbein-Straße 5, 36137 Großenlüder, OT Müs,
- IP 3, Kirchweg 13, 36137 Großenlüder, OT Müs und
- IP 4, Am Rasen 8, 36137 Großenlüder, OT Müs

festgelegt.

Die Immissionsorte werden gemäß Nummer 6.1 TA Lärm als allgemeines Wohngebiet eingestuft.
Für die Immissionsorte IP 1 bis IP 4 wird das Vorliegen einer Gemengelage gemäß Nummer 6.7 TA Lärm festgestellt.
Abweichend von Nummer 6.1 TA Lärm gilt hier ein Immissionsrichtwert für die Nacht von 43 dB(A).

3.2.5.
Das Gesamtwerk (vgl. Nebenbestimmung 3.2.3) ist so zu betreiben, dass beim Betrieb einschließlich des anlagenbezogenen Fahrzeugverkehrs der Beurteilungspegel, ermittelt nach der TA Lärm, die nachfolgend aufgeführten zulässigen Immissionswerte an den genannten Immissionsorten nicht überschreitet:

Immissionsort	Immissionanteile [dB(A)]	
	tags	nachts
IP 1, Am Stempel 24	55	43
IP 2, Georg-Otterbein-Straße 5	55	43
IP 3, Kirchweg 13	55	43
IP 4, Am Rasen 8	55	43

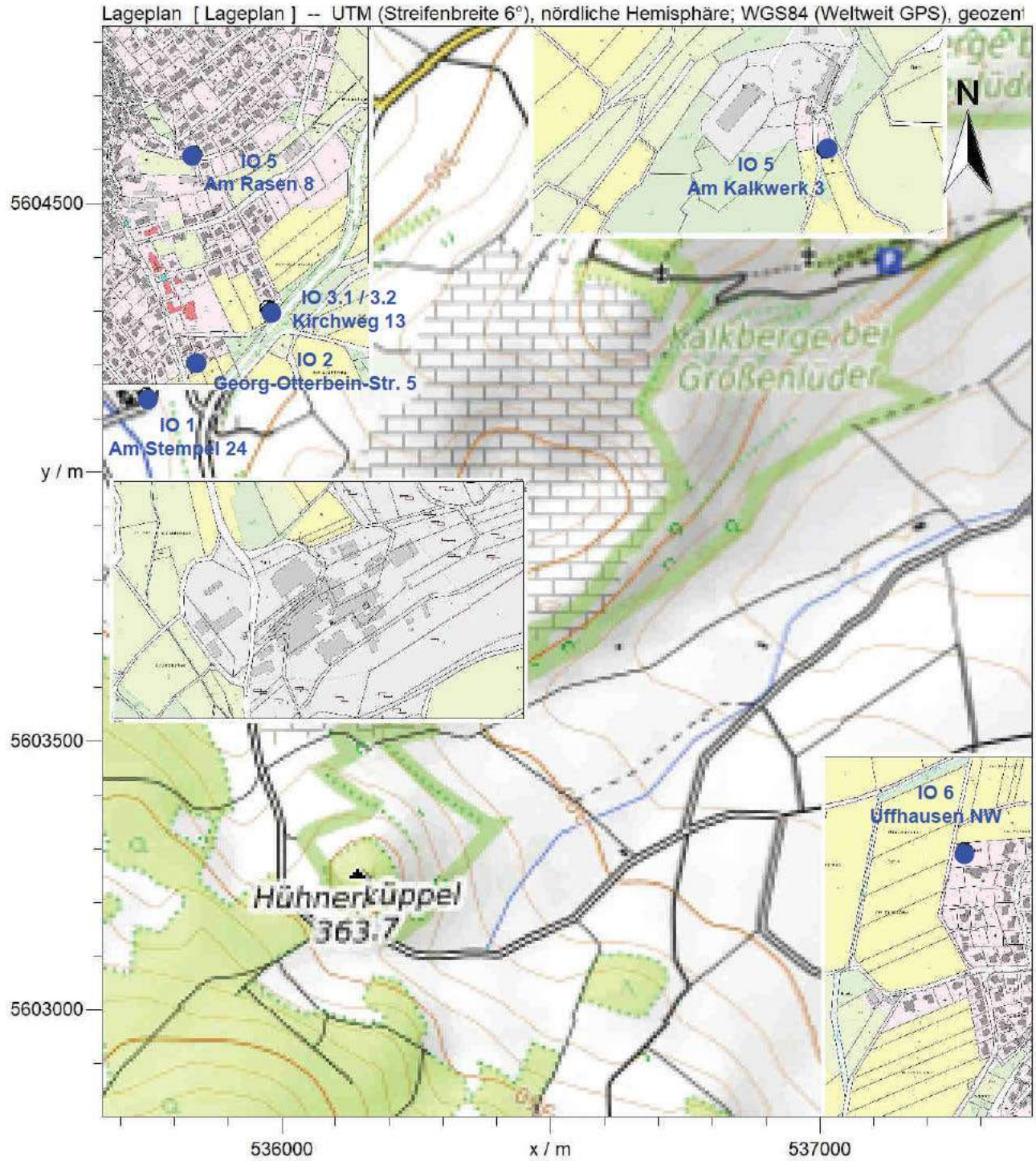
3.2.6.
Einzelne kurzzeitige Geräuschspitzen dürfen die für den vor genannten Immissionsort zutreffenden Immissionsrichtwerte nach Nr. 6.1 TA Lärm am Tage von 55 dB(A) um nicht mehr als 30 dB(A) und in der Nacht von 43 dB(A) um nicht mehr als 20 dB(A) überschreiten.

Quelle: ZKW Otterbein

Anhang B Berechnungsmodell, Ergebnisse

Berechnungsmodell

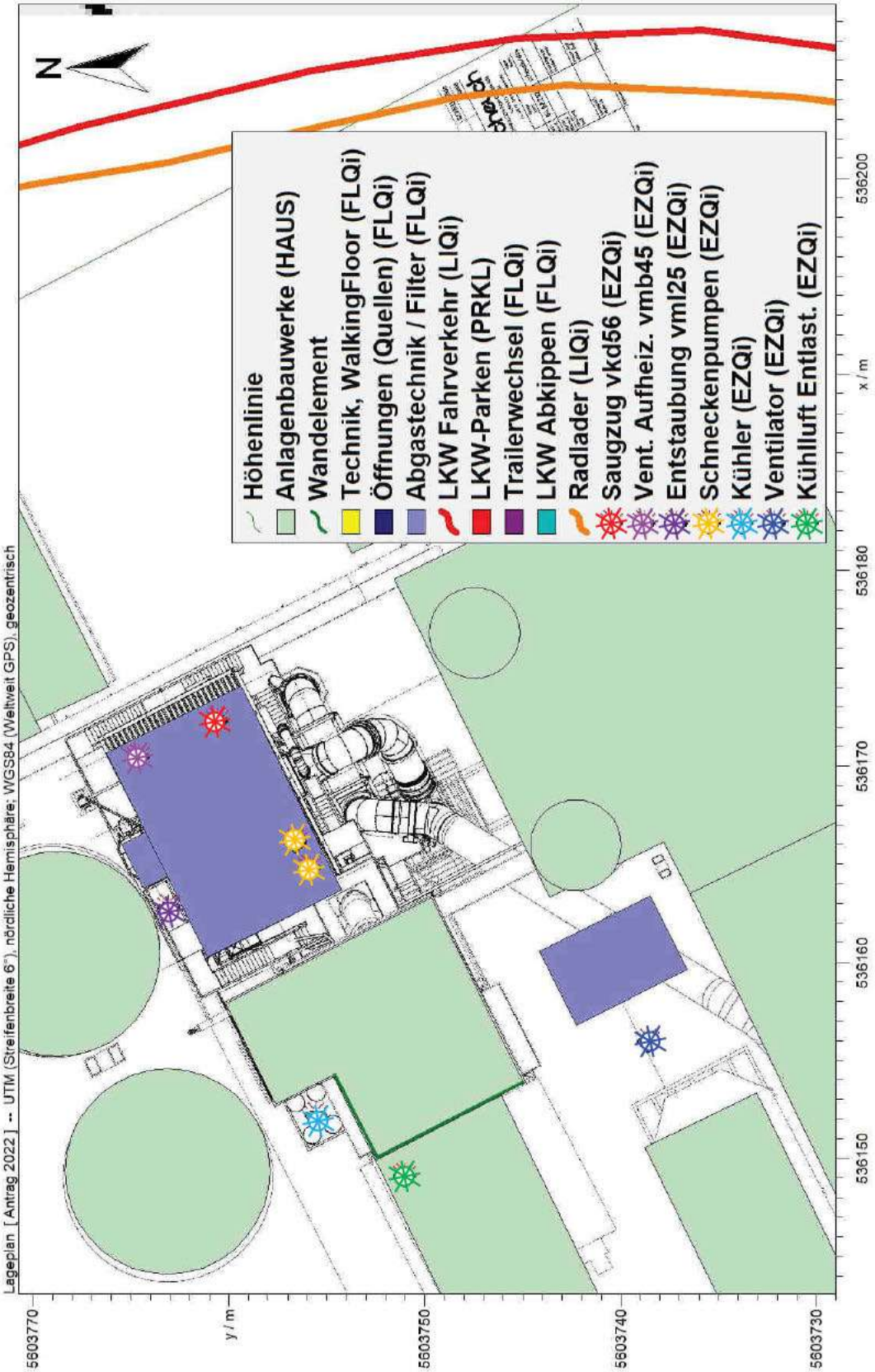
Übersicht, Immissionsorte



Quelle Hintergrundbild: Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation, www.opentopomap.org

Berechnungsmodell

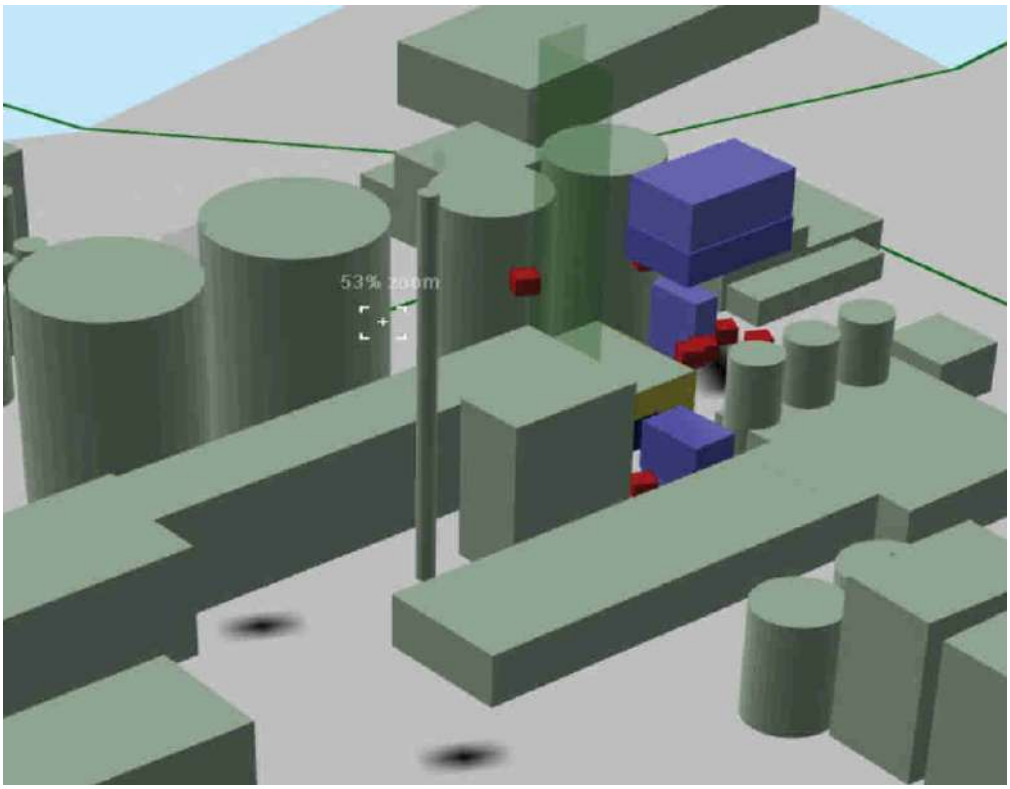
Schallquellen



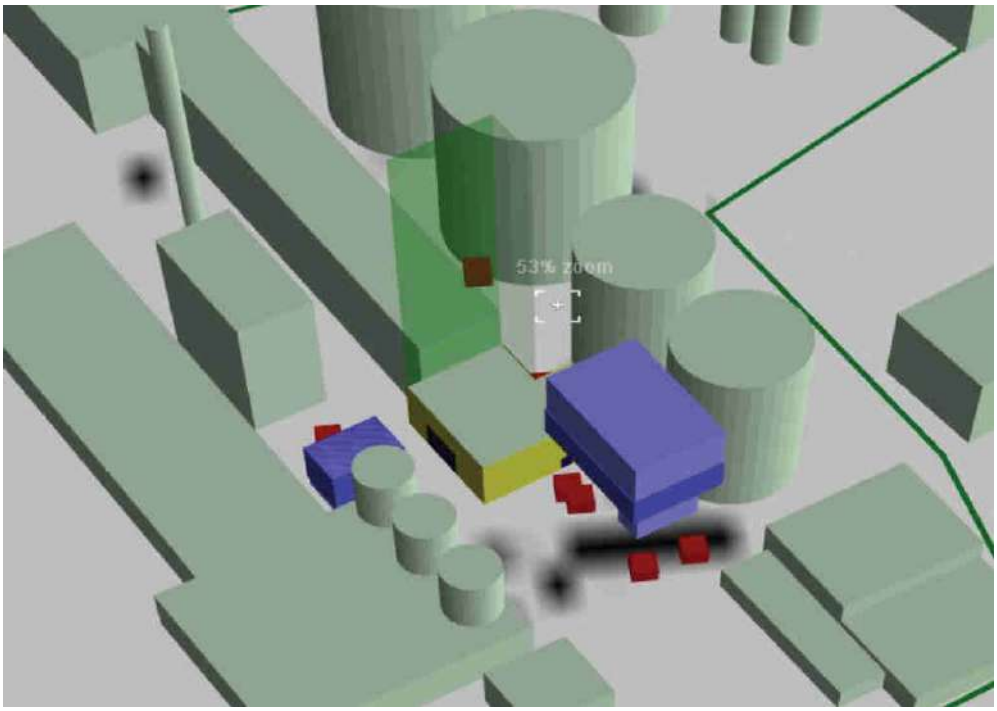
Berechnungsmodell

Räumliche Darstellung

Ansicht aus Süden

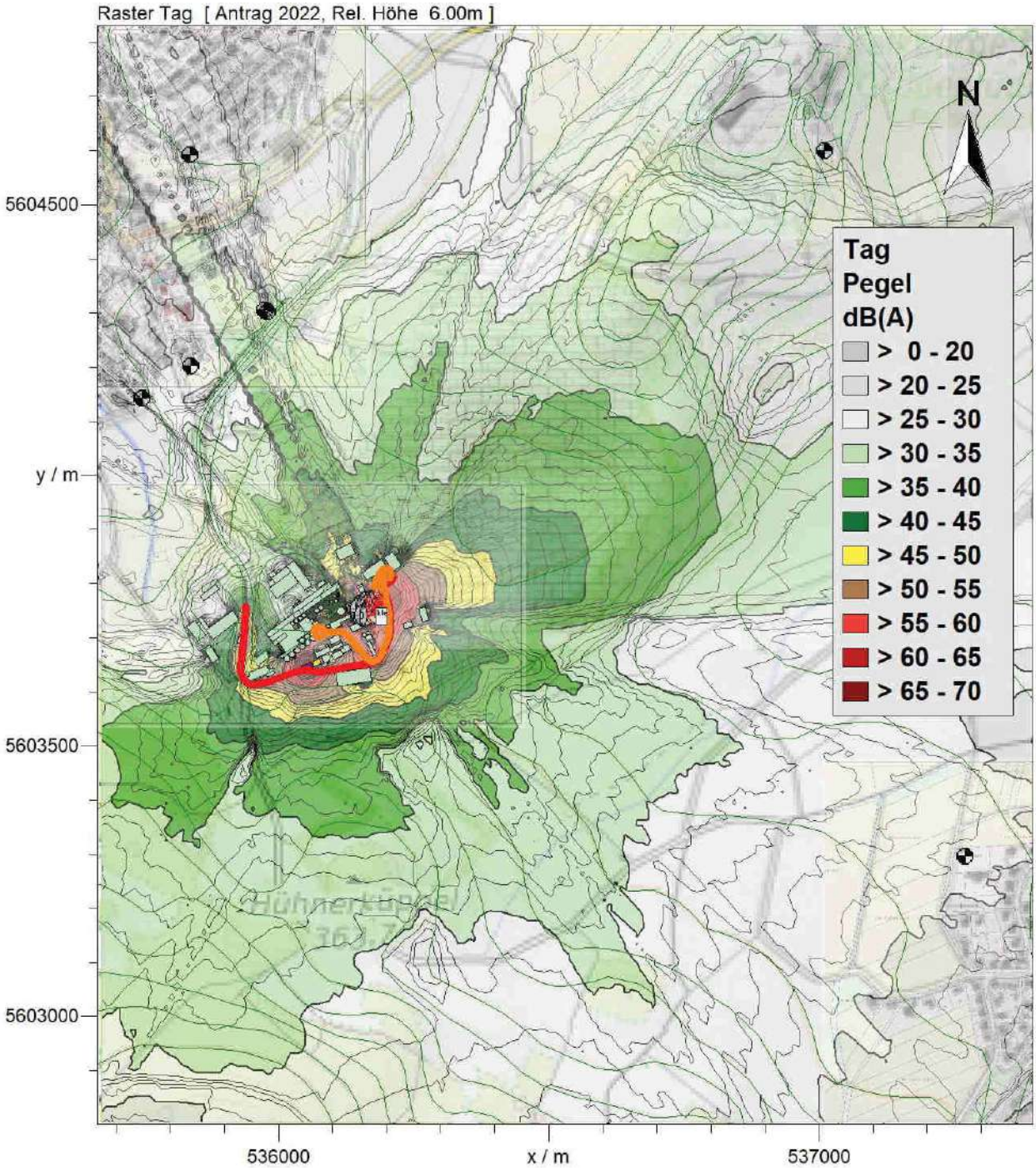


Ansicht aus Osten



Ergebnisse – Flächenhafte Darstellung der Beurteilungspegel, Höhe 6 m über GOK

Beurteilungszeitraum Tag

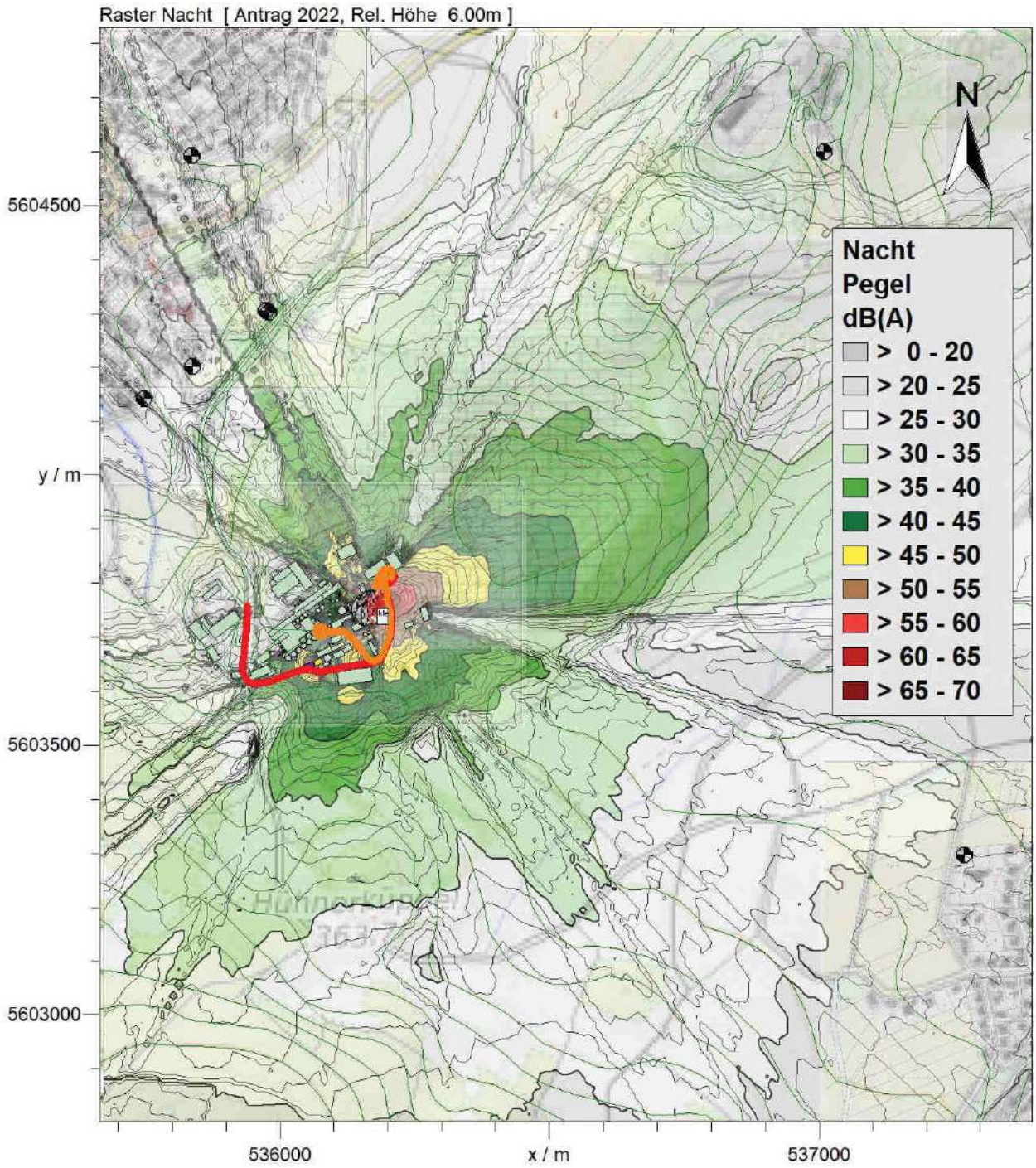


Quelle Hintergrundbild: Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation, www.opentopomap.org

Die Allgemein auch als "Lärmkarte" bezeichnete v.g. Darstellung der Beurteilungspegel zeigt die räumliche Schallausbreitung unter Berücksichtigung natürlicher und künstlicher Hindernisse (Gelände, Gebäude und Abschirmungen). Damit können ergänzend zu den detailliert ausgewiesenen Immissionsorten die Geräuscheinwirkungen auch an anderen Orten eingeschätzt werden.

Ergebnisse – Flächenhafte Darstellung der Beurteilungspegel, Höhe 5 m über GOK

Beurteilungszeitraum lauteste Nachtstunde



Quelle Hintergrundbild: Hessische Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation, www.opentopomap.org

Einzelpunktberechnungen, Beurteilungspegel / dB(A)

Immissionsort IO 1, Müs Wohnhaus Am Stempel 24

Schallquellen		Beurteilungspegel / dB(A)			
		Tag		Nacht	
		$L_{r,i}$	L_r	$L_{r,i}$	L_r
PRKL001 »	LKW Waage	-4.4	-4.4		
EZQi002 »	Vkd56 Stützluft	23.3	23.3	23.3	23.3
EZQi003 »	Vmb45 Aufheiz	8.0	23.5	8.0	23.5
EZQi004 »	Vml25 Siloentstaub	2.7	23.5	2.7	23.5
EZQi005 »	Schneck 1 HGF	0.6	23.5	0.6	23.5
EZQi006 »	Schneck 2 HGF	0.2	23.5	0.2	23.5
EZQi009 »	HGF-SCR Kühler	-4.3	23.5	-4.3	23.5
EZQi008 »	Kühl Entlastung	21.2	25.5	21.2	25.5
EZQi001 »	Ventilator	4.4	25.6	4.4	25.6
LIQ 001 »	LKW Fahren	11.4	25.7		25.6
LIQ 002 »	Radlader	11.8	25.9		25.6
FLQi020 »	WT/ EG-W1	-22.9	25.9	-22.9	25.6
FLQi021 »	WT/ EG-W2	-32.2	25.9	-32.2	25.6
FLQi022 »	WT/ EG-W3	-32.4	25.9	-32.4	25.6
FLQi023 »	WT/ EG-W4	-25.5	25.9	-25.5	25.6
FLQi023 /1	Tür	5.2	25.9	5.2	25.6
FLQi024 »	WT/ EG-W5	-26.1	25.9	-26.1	25.6
FLQi024 /1	Tor verschl	-4.4	25.9	-4.4	25.6
FLQi001 »	WalkingFloor 2022/ W1	-23.6	25.9	-23.6	25.6
FLQi002 »	WalkingFloor 2022/ W2	-29.4	25.9	-29.4	25.6
FLQi003 »	WalkingFloor 2022/ W3	-22.3	25.9	-22.3	25.6
FLQi004 »	WalkingFloor 2022/ W4	-8.8	25.9	-8.8	25.6
FLQi005 »	WalkingFloor 2022/ D	-19.4	25.9	-19.4	25.6
FLQi006 »	HGF 2022/ W1 Pent	10.5	26.1	10.5	25.7
FLQi007 »	HGF 2022/ W2 Pent	9.2	26.1	9.2	25.8
FLQi008 »	HGF 2022/ W3 Pent	3.9	26.2	3.9	25.9
FLQi009 »	HGF 2022/ W4 Pent	8.6	26.2	8.6	25.9
FLQi010 »	HGF 2022/D Pent	18.7	26.9	18.7	26.7
FLQi033 »	Filter/ W1	-4.1	26.9	-4.1	26.7
FLQi034 »	Filter/ W2	-3.3	27.0	-3.3	26.7
FLQi035 »	Filter/ W3	-7.4	27.0	-7.4	26.7
FLQi036 »	Filter/ W4	-8.7	27.0	-8.7	26.7
FLQi037 »	Filter/ D	-4.8	27.0	-4.8	26.7
FLQi041 »	Auflieger WFneu	3.8	27.0		26.7
FLQi044 »	LKW Abkippen	11.7	27.1		26.7
Beurteilungspegel, gerundet			**27**		**27**

Einzelpunktberechnungen, Beurteilungspegel / dB(A)

Immissionsort IO 2, Müs Wohnhaus Georg-Otterbein-Straße 5

Schallquellen		Beurteilungspegel / dB(A)			
		Tag		Nacht	
		$L_{r,i}$	L_r	$L_{r,i}$	L_r
PRKL001 »	LKW Waage	6.0	6.0		
EZQi002 »	Vkd56 Stützluft	5.2	8.6	5.2	5.2
EZQi003 »	Vmb45 Aufheiz	8.1	11.4	8.1	9.9
EZQi004 »	Vml25 Siloentstaub	2.9	12.0	2.9	10.7
EZQi005 »	Schneck 1 HGF	0.3	12.2	0.3	11.1
EZQi006 »	Schneck 2 HGF	18.9	19.8	18.9	19.6
EZQi009 »	HGF-SCR Kühler	-4.3	19.8	-4.3	19.6
EZQi008 »	Kühl Entlastung	21.4	23.7	21.4	23.6
EZQi001 »	Ventilator	8.6	23.8	8.6	23.7
LIQ 001 »	LKW Fahren	11.6	24.0		23.7
LIQ 002 »	Radlader	10.4	24.2		23.7
FLQi020 »	WT/ EG-W1	-32.5	24.2	-32.5	23.7
FLQi021 »	WT/ EG-W2	-32.1	24.2	-32.1	23.7
FLQi022 »	WT/ EG-W3	-32.2	24.2	-32.2	23.7
FLQi023 »	WT/ EG-W4	-24.9	24.2	-24.9	23.7
FLQi023 /1	Tür	5.7	24.3	5.7	23.8
FLQi024 »	WT/ EG-W5	-23.2	24.3	-23.2	23.8
FLQi024 /1	Tor verschl	0.5	24.3	0.5	23.8
FLQi001 »	WalkingFloor 2022/ W1	-25.1	24.3	-25.1	23.8
FLQi002 »	WalkingFloor 2022/ W2	-27.6	24.3	-27.6	23.8
FLQi003 »	WalkingFloor 2022/ W3	-22.4	24.3	-22.4	23.8
FLQi004 »	WalkingFloor 2022/ W4	-10.2	24.3	-10.2	23.8
FLQi005 »	WalkingFloor 2022/ D	-20.0	24.3	-20.0	23.8
FLQi006 »	HGF 2022/ W1 Pent	11.5	24.5	11.5	24.1
FLQi007 »	HGF 2022/ W2 Pent	15.2	25.0	15.2	24.6
FLQi008 »	HGF 2022/ W3 Pent	4.2	25.0	4.2	24.6
FLQi009 »	HGF 2022/ W4 Pent	9.4	25.2	9.4	24.8
FLQi010 »	HGF 2022/D Pent	18.8	26.1	18.8	25.7
FLQi033 »	Filter/ W1	-0.6	26.1	-0.6	25.7
FLQi034 »	Filter/ W2	-4.2	26.1	-4.2	25.7
FLQi035 »	Filter/ W3	-13.5	26.1	-13.5	25.7
FLQi036 »	Filter/ W4	-5.4	26.1	-5.4	25.8
FLQi037 »	Filter/ D	-3.1	26.1	-3.1	25.8
FLQi041 »	Auflieger WFneu	2.3	26.1		25.8
FLQi044 »	LKW Abkippen	7.4	26.2		25.8
Beurteilungspegel, gerundet			**26**		**26**

Einzelpunktberechnungen, Beurteilungspegel / dB(A)

Immissionsort IO 3.1, Müs Wohnhaus Kirchweg 13, EG Südost

Schallquellen		Beurteilungspegel / dB(A)			
		Tag		Nacht	
		$L_{r,i}$	L_r	$L_{r,i}$	L_r
PRKL001 »	LKW Waage	6.0	6.0		
EZQi002 »	Vkd56 Stützluft	25.5	25.5	25.5	25.5
EZQi003 »	Vmb45 Aufheiz	23.0	27.4	23.0	27.4
EZQi004 »	Vml25 Siloentstaub	4.7	27.5	4.7	27.4
EZQi005 »	Schneck 1 HGF	-3.4	27.5	-3.4	27.4
EZQi006 »	Schneck 2 HGF	-3.4	27.5	-3.4	27.4
EZQi009 »	HGF-SCR Kühler	-3.9	27.5	-3.9	27.5
EZQi008 »	Kühl Entlastung	8.2	27.5	8.2	27.5
EZQi001 »	Ventilator	4.4	27.6	4.4	27.5
LIQ 001 »	LKW Fahren	12.4	27.7		27.5
LIQ 002 »	Radlader	12.8	27.8		27.5
FLQi020 »	WT/ EG-W1	-31.9	27.8	-31.9	27.5
FLQi021 »	WT/ EG-W2	-33.7	27.8	-33.7	27.5
FLQi022 »	WT/ EG-W3	-9.6	27.8	-9.6	27.5
FLQi023 »	WT/ EG-W4	-23.2	27.8	-23.2	27.5
FLQi023 /1	Tür	7.7	27.9	7.7	27.6
FLQi024 »	WT/ EG-W5	-26.4	27.9	-26.4	27.6
FLQi024 /1	Tor verschl	-3.3	27.9	-3.3	27.6
FLQi001 »	WalkingFloor 2022/ W1	-27.0	27.9	-27.0	27.6
FLQi002 »	WalkingFloor 2022/ W2	-27.6	27.9	-27.6	27.6
FLQi003 »	WalkingFloor 2022/ W3	-24.6	27.9	-24.6	27.6
FLQi004 »	WalkingFloor 2022/ W4	-10.4	27.9	-10.4	27.6
FLQi005 »	WalkingFloor 2022/ D	-21.3	27.9	-21.3	27.6
FLQi006 »	HGF 2022/ W1 Pent	12.6	28.0	12.6	27.7
FLQi007 »	HGF 2022/ W2 Pent	8.2	28.0	8.2	27.8
FLQi008 »	HGF 2022/ W3 Pent	3.8	28.1	3.8	27.8
FLQi009 »	HGF 2022/ W4 Pent	16.6	28.4	16.6	28.1
FLQi010 »	HGF 2022/D Pent	18.3	28.8	18.3	28.5
FLQi033 »	Filter/ W1	-12.6	28.8	-12.6	28.5
FLQi034 »	Filter/ W2	-3.9	28.8	-3.9	28.5
FLQi035 »	Filter/ W3	4.0	28.8	4.0	28.6
FLQi036 »	Filter/ W4	-6.8	28.8	-6.8	28.6
FLQi037 »	Filter/ D	-0.4	28.8	-0.4	28.6
FLQi041 »	Auflieger WFneu	0.4	28.8		28.6
FLQi044 »	LKW Abkippen	10.0	28.9		28.6
Beurteilungspegel, gerundet			**29**		**29**

Einzelpunktberechnungen, Beurteilungspegel / dB(A)

Immissionsort IO 3.2, Müs Wohnhaus Kirchweg 13, DG Südwest

Schallquellen		Beurteilungspegel / dB(A)			
		Tag		Nacht	
		$L_{r,i}$	L_r	$L_{r,i}$	L_r
PRKL001 »	LKW Waage	6.1	6.1		
EZQi002 »	Vkd56 Stützluft	26.9	26.9	26.9	26.9
EZQi003 »	Vmb45 Aufheiz	24.9	29.0	24.9	29.0
EZQi004 »	Vml25 Siloentstaub	8.7	29.1	8.7	29.1
EZQi005 »	Schneck 1 HGF	2.5	29.1	2.5	29.1
EZQi006 »	Schneck 2 HGF	4.4	29.1	4.4	29.1
EZQi009 »	HGF-SCR Kühler	-2.2	29.1	-2.2	29.1
EZQi008 »	Kühl Entlastung	10.0	29.2	10.0	29.1
EZQi001 »	Ventilator	4.1	29.2	4.1	29.1
LIQ 001 »	LKW Fahren	14.4	29.3		29.1
LIQ 002 »	Radlader	16.9	29.6		29.1
FLQi020 »	WT/ EG-W1	-31.4	29.6	-31.4	29.1
FLQi021 »	WT/ EG-W2	-33.4	29.6	-33.4	29.1
FLQi022 »	WT/ EG-W3	-8.3	29.6	-8.3	29.1
FLQi023 »	WT/ EG-W4	-20.7	29.6	-20.7	29.1
FLQi023 /1	Tür	8.0	29.6	8.0	29.2
FLQi024 »	WT/ EG-W5	-26.4	29.6	-26.4	29.2
FLQi024 /1	Tor verschl	-2.9	29.6	-2.9	29.2
FLQi001 »	WalkingFloor 2022/ W1	-28.3	29.6	-28.3	29.2
FLQi002 »	WalkingFloor 2022/ W2	-27.9	29.6	-27.9	29.2
FLQi003 »	WalkingFloor 2022/ W3	-24.0	29.6	-24.0	29.2
FLQi004 »	WalkingFloor 2022/ W4	-11.3	29.6	-11.3	29.2
FLQi005 »	WalkingFloor 2022/ D	-21.1	29.6	-21.1	29.2
FLQi006 »	HGF 2022/ W1 Pent	15.7	29.8	15.7	29.4
FLQi007 »	HGF 2022/ W2 Pent	9.8	29.8	9.8	29.4
FLQi008 »	HGF 2022/ W3 Pent	3.8	29.8	3.8	29.4
FLQi009 »	HGF 2022/ W4 Pent	16.5	29.9	16.5	29.7
FLQi010 »	HGF 2022/D Pent	18.4	30.1	18.4	30.0
FLQi033 »	Filter/ W1	-11.1	30.1	-11.1	30.0
FLQi034 »	Filter/ W2	-3.0	30.1	-3.0	30.0
FLQi035 »	Filter/ W3	7.2	30.1	7.2	30.0
FLQi036 »	Filter/ W4	-5.4	30.1	-5.4	30.0
FLQi037 »	Filter/ D	-1.0	30.1	-1.0	30.0
FLQi041 »	Auflieger WFneu	1.0	30.1		30.0
FLQi044 »	LKW Abkippen	11.8	30.2		30.0
Beurteilungspegel, gerundet			**30**		**30**

Einzelpunktberechnungen, Beurteilungspegel / dB(A)

Immissionsort IO 4, Müs Wohnhaus Am Rasen 8

Schallquellen		Beurteilungspegel / dB(A)			
		Tag		Nacht	
		$L_{r,i}$	L_r	$L_{r,i}$	L_r
PRKL001 »	LKW Waage	1.3	1.3		
EZQi002 »	Vkd56 Stützluft	24.9	24.9	24.9	24.9
EZQi003 »	Vmb45 Aufheiz	22.3	26.8	22.3	26.8
EZQi004 »	Vml25 Siloentstaub	4.2	26.8	4.2	26.8
EZQi005 »	Schneck 1 HGF	0.2	26.8	0.2	26.8
EZQi006 »	Schneck 2 HGF	1.2	26.8	1.2	26.8
EZQi009 »	HGF-SCR Kühler	-7.3	26.8	-7.3	26.8
EZQi008 »	Kühl Entlastung	7.9	26.9	7.9	26.9
EZQi001 »	Ventilator	-2.8	26.9	-2.8	26.9
LIQ 001 »	LKW Fahren	10.3	27.0		26.9
LIQ 002 »	Radlader	14.3	27.2		26.9
FLQi020 »	WT/ EG-W1	-27.4	27.2	-27.4	26.9
FLQi021 »	WT/ EG-W2	-37.3	27.2	-37.3	26.9
FLQi022 »	WT/ EG-W3	-32.6	27.2	-32.6	26.9
FLQi023 »	WT/ EG-W4	-21.2	27.2	-21.2	26.9
FLQi023 /1	Tür	9.0	27.3	9.0	27.0
FLQi024 »	WT/ EG-W5	-24.4	27.3	-24.4	27.0
FLQi024 /1	Tor verschl	-8.1	27.3	-8.1	27.0
FLQi001 »	WalkingFloor 2022/ W1	-29.2	27.3	-29.2	27.0
FLQi002 »	WalkingFloor 2022/ W2	-31.6	27.3	-31.6	27.0
FLQi003 »	WalkingFloor 2022/ W3	-28.0	27.3	-28.0	27.0
FLQi004 »	WalkingFloor 2022/ W4	-15.4	27.3	-15.4	27.0
FLQi005 »	WalkingFloor 2022/ D	-24.0	27.3	-24.0	27.0
FLQi006 »	HGF 2022/ W1 Pent	12.1	27.4	12.1	27.1
FLQi007 »	HGF 2022/ W2 Pent	6.8	27.5	6.8	27.1
FLQi008 »	HGF 2022/ W3 Pent	-0.1	27.5	-0.1	27.1
FLQi009 »	HGF 2022/ W4 Pent	12.0	27.6	12.0	27.3
FLQi010 »	HGF 2022/D Pent	14.1	27.8	14.1	27.4
FLQi033 »	Filter/ W1	-12.2	27.8	-12.2	27.4
FLQi034 »	Filter/ W2	-7.8	27.8	-7.8	27.4
FLQi035 »	Filter/ W3	-3.1	27.8	-3.1	27.4
FLQi036 »	Filter/ W4	-10.0	27.8	-10.0	27.4
FLQi037 »	Filter/ D	-8.0	27.8	-8.0	27.4
FLQi041 »	Auflieger WFneu	-0.8	27.8		27.4
FLQi044 »	LKW Abkippen	7.1	27.8		27.4
Beurteilungspegel, gerundet			**28**		**27**

Einzelpunktberechnungen, Beurteilungspegel / dB(A)

Immissionsort IO 5, Großenlüder Wohnhaus (Betriebsleiter GE) Am Kalkwerk 4

Schallquellen		Beurteilungspegel / dB(A)			
		Tag		Nacht	
		$L_{r,i}$	L_r	$L_{r,i}$	L_r
PRKL001 »	LKW Waage	-16.4	-16.4		
EZQi002 »	Vkd56 Stützluft	1.0	1.1	1.0	1.0
EZQi003 »	Vmb45 Aufheiz	-1.5	3.0	-1.5	3.0
EZQi004 »	Vml25 Siloentstaub	9.0	10.0	9.0	10.0
EZQi005 »	Schneck 1 HGF	2.4	10.7	2.4	10.7
EZQi006 »	Schneck 2 HGF	2.4	11.3	2.4	11.3
EZQi009 »	HGF-SCR Kühler	-12.8	11.3	-12.8	11.3
EZQi008 »	Kühl Entlastung	-15.3	11.3	-15.3	11.3
EZQi001 »	Ventilator	-1.1	11.6	-1.1	11.6
LIQ 001 »	LKW Fahren	-2.0	11.8		11.6
LIQ 002 »	Radlader	4.7	12.5		11.6
FLQi020 »	WT/ EG-W1	-39.0	12.5	-39.0	11.6
FLQi021 »	WT/ EG-W2	-41.5	12.5	-41.5	11.6
FLQi022 »	WT/ EG-W3	-39.3	12.5	-39.3	11.6
FLQi023 »	WT/ EG-W4	-22.6	12.5	-22.6	11.6
FLQi023 /1	Tür	2.7	13.0	2.7	12.1
FLQi024 »	WT/ EG-W5	-25.6	13.0	-25.6	12.1
FLQi024 /1	Tor verschl	0.5	13.2	0.5	12.4
FLQi001 »	WalkingFloor 2022/ W1	-34.5	13.2	-34.5	12.4
FLQi002 »	WalkingFloor 2022/ W2	-37.8	13.2	-37.8	12.4
FLQi003 »	WalkingFloor 2022/ W3	-36.1	13.2	-36.1	12.4
FLQi004 »	WalkingFloor 2022/ W4	-22.9	13.2	-22.9	12.4
FLQi005 »	WalkingFloor 2022/ D	-32.7	13.2	-32.7	12.4
FLQi006 »	HGF 2022/ W1 Pent	-0.7	13.4	-0.7	12.6
FLQi007 »	HGF 2022/ W2 Pent	-1.5	13.5	-1.5	12.8
FLQi008 »	HGF 2022/ W3 Pent	1.2	13.8	1.2	13.0
FLQi009 »	HGF 2022/ W4 Pent	0.9	14.0	0.9	13.3
FLQi010 »	HGF 2022/D Pent	2.3	14.3	2.3	13.6
FLQi033 »	Filter/ W1	-10.6	14.3	-10.6	13.6
FLQi034 »	Filter/ W2	-13.4	14.3	-13.4	13.7
FLQi035 »	Filter/ W3	-5.6	14.3	-5.6	13.7
FLQi036 »	Filter/ W4	-2.8	14.4	-2.8	13.8
FLQi037 »	Filter/ D	-2.7	14.5	-2.7	13.9
FLQi041 »	Auflieger WFneu	-10.8	14.5		13.9
FLQi044 »	LKW Abkippen	-8.5	14.5		13.9
Beurteilungspegel, gerundet			**15**		**14**

Einzelpunktberechnungen, Beurteilungspegel / dB(A)

Immissionsort IO 6, Uffhausen, Wohngebiet Am Sesselsgraben Nordwest

Schallquellen		Beurteilungspegel / dB(A)			
		Tag		Nacht	
		$L_{r,i}$	L_r	$L_{r,i}$	L_r
PRKL001 »	LKW Waage	-16.7	-16.7		
EZQi002 »	Vkd56 Stützluft	13.7	13.7	13.7	13.7
EZQi003 »	Vmb45 Aufheiz	17.5	19.0	17.5	19.0
EZQi004 »	Vml25 Siloentstaub	19.7	22.4	19.7	22.4
EZQi005 »	Schneck 1 HGF	9.5	22.6	9.5	22.6
EZQi006 »	Schneck 2 HGF	9.7	22.8	9.7	22.8
EZQi009 »	HGF-SCR Kühler	-6.4	22.8	-6.4	22.8
EZQi008 »	Kühl Entlastung	-8.9	22.8	-8.9	22.8
EZQi001 »	Ventilator	6.0	22.9	6.0	22.9
LIQ 001 »	LKW Fahren	8.7	23.1		22.9
LIQ 002 »	Radlader	18.2	24.3		22.9
FLQi020 »	WT/ EG-W1	-38.7	24.3	-38.7	22.9
FLQi021 »	WT/ EG-W2	-35.3	24.3	-35.3	22.9
FLQi022 »	WT/ EG-W3	-32.6	24.3	-32.6	22.9
FLQi023 »	WT/ EG-W4	-16.6	24.3	-16.6	22.9
FLQi023 /1	Tür	9.7	24.5	9.7	23.1
FLQi024 »	WT/ EG-W5	-18.1	24.5	-18.1	23.1
FLQi024 /1	Tor verschl	-4.1	24.5	-4.1	23.1
FLQi001 »	WalkingFloor 2022/ W1	-19.0	24.5	-19.0	23.1
FLQi002 »	WalkingFloor 2022/ W2	-22.1	24.5	-22.1	23.1
FLQi003 »	WalkingFloor 2022/ W3	-27.4	24.5	-27.4	23.1
FLQi004 »	WalkingFloor 2022/ W4	-11.2	24.5	-11.2	23.2
FLQi005 »	WalkingFloor 2022/ D	-10.9	24.5	-10.9	23.2
FLQi006 »	HGF 2022/ W1 Pent	-1.1	24.5	-1.1	23.2
FLQi007 »	HGF 2022/ W2 Pent	0.8	24.5	0.8	23.2
FLQi008 »	HGF 2022/ W3 Pent	9.1	24.6	9.1	23.4
FLQi009 »	HGF 2022/ W4 Pent	8.9	24.7	8.9	23.5
FLQi010 »	HGF 2022/D Pent	11.1	24.9	11.1	23.8
FLQi033 »	Filter/ W1	-5.4	24.9	-5.4	23.8
FLQi034 »	Filter/ W2	2.1	24.9	2.1	23.8
FLQi035 »	Filter/ W3	3.0	25.0	3.0	23.8
FLQi036 »	Filter/ W4	-3.8	25.0	-3.8	23.8
FLQi037 »	Filter/ D	8.2	25.1	8.2	23.9
FLQi041 »	Auflieger WFneu	9.9	25.2		23.9
FLQi044 »	LKW Abkippen	12.7	25.4		23.9
Beurteilungspegel, gerundet			**25**		**24**

Anhang C Eingabedaten der Berechnung

Projekt | Eigenschaften				
Prognosetyp:	Lärm			
Prognoseart:	Lärm (nationale Normen)			
Beurteilung nach:	Keine Beurteilung	Nr.	Zeitraum	Dauer /h
		1	Tag	16.00
		2	Nacht	8.00
Projekt-Notizen				

Arbeitsbereich				
Koordinatensystem:	UTM (Streifenbreite 6°), nördliche Hemisphäre			
Koordinatendatum:	WGS84 (Weltweit GPS), geozentrisch			
Meridianstreifen:	32			
	von ...	bis ...	Ausdehnung	Fläche
x /m	532910.00	540750.00	7840.00	36.93 km²
y /m	5601670.00	5606380.00	4710.00	
z /m	-40.00	500.00	540.00	
Geländehöhen in den Eckpunkten				
xmin / ymax (z4)	320.00	xmax / ymax (z3)	350.00	
xmin / ymin (z1)	380.00	xmax / ymin (z2)	270.00	

Berechnungseinstellung	Kopie von "Referenzeinstellung"			
Rechenmodell	**Punktberechnung**	**Rasterberechnung**		
Gleitende Anpassung des Erhebungsgebietes an die Lage des IPKT				
L /m				
Geländekanten als Hindernisse	Ja	Ja		
Verbesserte Interpolation in den Randbereichen	Ja	Ja		
Freifeld vor Reflexionsflächen /m				
für Quellen	1.0	1.0		
für Immissionspunkte	1.0	1.0		
Haus: weißer Rand bei Raster	Nein	Nein		
Zwischenausgaben	Keine	Keine		
Art der Einstellung	Optimiert	Optimiert		
Reichweite von Quellen begrenzen:				
* Suchradius /m (Abstand Quelle-IP) begrenzen:	Nein	Nein		
* Mindest-Pegelabstand /dB:	Nein	Nein		
Projektion von Linienquellen	Ja	Ja		
Projektion von Flächenquellen	Ja	Ja		
Beschränkung der Projektion	Nein	Nein		
* Radius /m um Quelle herum:				
* Radius /m um IP herum:				
Mindestlänge für Teilstücke /m	1.0	1.0		
Variable Min.-Länge für Teilstücke:				
* in Prozent des Abstandes IP-Quelle	Nein	Nein		
Zus. Faktor für Abstandskriterium	1.0	1.0		
Einfügungsdämpfung abweichend von Regelwerk:	Ja	Ja		
* Einfügungsdämpfung begrenzen:	Nein	Nein		
* Grenzwert /dB für Einfachbeugung:	Nein	Nein		
* Grenzwert /dB für Mehrfachbeugung:	Nein	Nein		
Berechnung der Abschirmung bei VDI 2720, ISO9613				
* Seitlicher Umweg	Ja	Ja		
* Seitlicher Umweg bei Spiegelquellen	Nein	Nein		
Reflexion				
Reflexion (max. Ordnung)	1	1		
Suchradius /m (Abstand Quelle-IP) begrenzen:	Nein	Nein		
* Suchradius /m				
Reichweite von Refl.Flächen begrenzen:				
* Radius um Quelle oder IP /m:	Nein	Nein		
* Mindest-Pegelabstand /dB:	Nein	Nein		

Spiegelquellen durch Projektion	Ja	Ja		
Keine Refl. bei vollständiger Abschirmung	Ja	Ja		
Strahlen als Hilfslinien sichern	Nein	Nein		
Teilstück-Kontrolle				
Teilstück-Kontrolle nach Schall 03:	Ja	Ja		
Teilstück-Kontrolle auch für andere Regelwerke:	Nein	Nein		
Beschleunigte Iteration (Näherung):	Nein	Nein		
Geforderte Genauigkeit /dB:	0.1	0.1		
Zwischenergebnisse anzeigen:	Nein	Nein		

Globale Parameter	**Kopie von "Referenzeinstellung"**					
Voreinstellung von G außerhalb von DBOD-Elementen	0.00					
Temperatur /°	10					
relative Feuchte /%	70					
Wohnfläche pro Einw. /m² (=0.8*Brutto)	40.00					
Mittlere Stockwerkshöhe in m	2.80					
Pauschale Meteorologie (Directive 2002/49/EC):	Tag	Abend	Nacht			
Pauschale Meteorologie (Directive 2002/49/EC):	2.00	2.00	2.00			

Parameter der Bibliothek: P-Lärmstudie	**Kopie von "Referenzeinstellung"**
Parkplatzlärmstudie	Parkplatzlärmstudie 2007
Ausbreitungsberechnung nach	ISO 9613-2

Parameter der Bibliothek: ISO 9613-2	**Kopie von "Referenzeinstellung"**
Mit-Wind Wetterlage	Ja
Vereinfachte Formel (Nr. 7.3.2) für Bodendämpfung	
frequenzabhängiger Berechnung	Nein
frequenzunabhängiger Berechnung	Ja
Berechnung der Mittleren Höhe Hm	streng nach ISO 9613-2
nur Abstandsmaß berechnen(veraltet)	Nein
Hindernisdämpfung - auch negative Bodendämpfung	Nein
Abzug höchstens bis -Dz	Nein
"Additional recommendations" - ISO TR 17534-3	Ja
ABar nach Erlass Thüringen (01.10.2015)	Nein
Berücksichtigt Bewuchs-Elemente	Ja
Berücksichtigt Bebauungs-Elemente	Ja
Berücksichtigt Boden-Elemente	Ja

Höhenlinie (115)							Modell
HOEL114	HoeL*	Gruppe 0		Länge /m		4067.66	
				Konstante abs. Höhe /m		300.00	
				Als Beugungskante		Ja	
	Geometrie		**Nr**	**x/m**	**y/m**	**! z(abs) /m**	**z(rel) /m**
		Knoten:	1	534016.26	5601709.95	300.00	-0.00
			2	534031.83	5601751.05	300.00	-0.00
			3	534047.39	5601787.89	300.00	-0.00
			4	534062.95	5601841.74	300.00	-0.00
			5	534085.59	5601895.59	300.00	0.00
			6	534111.06	5601950.86	300.00	-0.00
			7	534136.53	5602008.96	300.00	0.00

Auszug

HOEL124	HoeL	Gruppe 0		Länge /m		91.97	
				Konstante abs. Höhe /m		Nein	
				Als Beugungskante		Ja	
	Geometrie		**Nr**	**x/m**	**y/m**	**! z(abs) /m**	**z(rel) /m**
		Knoten:	1	535863.84	5603676.33	306.00	0.00
			2	535879.88	5603652.35	306.00	0.00
			3	535909.48	5603616.64	309.00	0.00
			4	535925.69	5603620.27	310.00	0.00

HOEL127	HoeL	Gruppe 0		Länge /m		140.96	
				Konstante abs. Höhe /m		Nein	
				Als Beugungskante		Ja	
	Geometrie		**Nr**	**x/m**	**y/m**	**! z(abs) /m**	**z(rel) /m**
		Knoten:	1	535990.04	5604337.19	293.00	0.00
			2	535995.45	5604323.43	295.00	0.00
			3	535996.77	5604312.30	295.50	0.00
			4	535994.87	5604307.62	295.50	0.00
			5	535990.04	5604300.01	295.30	0.00
			6	535980.38	5604287.27	295.30	-0.00
			7	535967.80	5604271.90	295.30	-0.00
			8	535951.12	5604261.37	295.00	0.00
			9	535936.78	5604250.97	294.60	0.00
			10	535909.41	5604252.00	292.50	0.00
HOEL128	HoeL	Gruppe 0		Länge /m		62.79	
				Konstante abs. Höhe /m		295.00	
				Als Beugungskante		Ja	
	Geometrie		**Nr**	**x/m**	**y/m**	**! z(abs) /m**	**z(rel) /m**
		Knoten:	1	535969.03	5604310.57	295.00	0.00
			2	535975.03	5604297.98	295.00	-0.00
			3	535981.76	5604299.45	295.00	-0.00
			4	535987.32	5604303.55	295.00	-0.00
			5	535989.66	5604310.86	295.00	0.00
			6	535986.01	5604318.62	295.00	0.00
			7	535969.03	5604310.57	295.00	0.00
HOEL129	HoeL	Gruppe 0		Länge /m		233.68	
				Konstante abs. Höhe /m		Nein	
				Als Beugungskante		Ja	
	Geometrie		**Nr**	**x/m**	**y/m**	**! z(abs) /m**	**z(rel) /m**
		Knoten:	1	535873.17	5604149.20	289.00	-0.00
			2	535900.38	5604182.01	291.00	-0.00
			3	535912.80	5604198.05	292.00	0.00
			4	535925.53	5604215.03	294.00	-0.00
			5	535941.67	5604235.73	295.50	-0.00
			6	535956.94	5604253.58	296.00	-0.00
			7	535974.88	5604274.54	297.00	0.00
			8	535992.57	5604297.83	299.00	-0.00
			9	536007.78	5604315.11	298.00	0.00
			10	536021.13	5604329.50	298.00	0.00
HOEL130	HoeL	Gruppe 0		Länge /m		38.33	
				Konstante abs. Höhe /m		Nein	
				Als Beugungskante		Ja	
	Geometrie		**Nr**	**x/m**	**y/m**	**! z(abs) /m**	**z(rel) /m**
		Knoten:	1	535990.30	5604299.59	295.00	-0.00
			2	536000.64	5604313.56	295.50	-0.00
			3	536015.13	5604328.67	296.00	-0.00
HOEL131	HoeL	Gruppe 0		Länge /m		208.24	
				Konstante abs. Höhe /m		Nein	
				Als Beugungskante		Ja	
	Geometrie		**Nr**	**x/m**	**y/m**	**! z(abs) /m**	**z(rel) /m**
		Knoten:	1	535872.47	5604110.92	286.00	-0.00
			2	535879.09	5604126.96	286.50	-0.00
			3	535899.89	5604150.87	289.00	-0.00
			4	535912.92	5604167.74	291.00	-0.00
			5	535922.86	5604178.71	292.00	-0.00
			6	535928.34	5604185.64	293.00	-0.00
			7	535949.65	5604209.14	295.00	0.00
			8	535967.04	5604228.90	298.00	-0.00
			9	535982.35	5604246.60	299.50	0.00
			10	536000.66	5604273.10	300.00	0.00

Immissionspunkt (7)								Modell
	Bezeichnung	Gruppe		Richtwerte	Nutzung	T1	T2	
				Geometrie: x	y /m	z(abs) /m		z(rel) /m
IPkt004	IO 1 Am Stempel 24	Immissionsorte		Richtwerte	---	-99.00	-99.00	
	Geometrie		**Nr**	**x/m**	**y/m**	**z(abs) /m**		**! z(rel) /m**
		Geometrie:		535747.65	5604142.39	286.60		8.00
IPkt005	IO 2 Georg-Otterbein-Str. 5	Immissionsorte		Richtwerte	---	-99.00	-99.00	
	Geometrie		**Nr**	**x/m**	**y/m**	**z(abs) /m**		**! z(rel) /m**
		Geometrie:		535837.63	5604202.22	292.32		6.00
IPkt006	IO 3.1 Kirchweg 13 SO	Immissionsorte		Richtwerte	---	-99.00	-99.00	
	Geometrie		**Nr**	**x/m**	**y/m**	**z(abs) /m**		**! z(rel) /m**
		Geometrie:		535979.94	5604302.13	297.00		2.00
IPkt007	IO 3.2 Kirchweg 13 SW	Immissionsorte		Richtwerte	---	-99.00	-99.00	
	Geometrie		**Nr**	**x/m**	**y/m**	**z(abs) /m**		**! z(rel) /m**
		Geometrie:		535973.80	5604305.06	299.50		4.50
IPkt008	IO 4 Am Rasen 8	Immissionsorte		Richtwerte	---	-99.00	-99.00	
	Geometrie		**Nr**	**x/m**	**y/m**	**z(abs) /m**		**! z(rel) /m**
		Geometrie:		535836.90	5604593.00	288.00		8.00
IPkt003	IO 5 - Am Kalkwerk 3	Immissionsorte		Richtwerte	---	-99.00	-99.00	
	Geometrie		**Nr**	**x/m**	**y/m**	**z(abs) /m**		**! z(rel) /m**
		Geometrie:		537010.25	5604600.26	335.00		5.00
IPkt009	IO 6 Uffh. Am Weizenacker N	Immissionsorte		Richtwerte	---	-99.00	-99.00	
	Geometrie		**Nr**	**x/m**	**y/m**	**z(abs) /m**		**! z(rel) /m**
		Geometrie:		537270.03	5603296.75	289.88		6.00

Wandelement (1)							Modell
WAND005	WT/Wand	Gruppe 0		Reflexion		--- Keine Reflexion	
				Länge /m		13.16	
	Geometrie		**Nr**	**x/m**	**y/m**	**! z(abs) /m**	**z(rel) /m**
		Knoten:	1	536153.89	5603744.97	358.00	47.50
			2	536150.05	5603752.45	358.00	47.50
			3	536154.30	5603754.59	358.00	47.50

Gebäude (103)							Modell
HAUS001	Haus	Shape 2022		Reflexion / Eingabeart		Absorptionsverlust (dB)	
				Absorptionsverlust (dB)		1.00	
				Konstante rel. Höhe /m		4.00	
				Gebäudenutzung			unbewohnt
	Geometrie		**Nr**	**x/m**	**y/m**	**z(abs) /m**	**! z(rel) /m**
		Knoten:	1	535884.47	5603798.20	310.00	4.00
			2	535890.90	5603789.95	310.00	4.00
			3	535862.25	5603767.80	310.00	4.00
			4	535855.74	5603776.30	310.00	4.00
			5	535884.47	5603798.20	310.00	4.00
HAUS002	Haus	Shape 2022		Reflexion / Eingabeart		Absorptionsverlust (dB)	
				Absorptionsverlust (dB)		1.00	
				Konstante rel. Höhe /m		Nein	
				Gebäudenutzung			unbewohnt
	Geometrie		**Nr**	**x/m**	**y/m**	**! z(abs) /m**	**z(rel) /m**
		Knoten:	1	535830.34	5603720.10	311.00	9.94
			2	535844.94	5603731.77	311.00	6.17
			3	535865.74	5603705.41	311.00	5.00
			4	535850.98	5603693.75	311.00	6.09
			5	535830.34	5603720.10	311.00	9.94
HAUS003	Haus	Shape 2022		Reflexion / Eingabeart		Absorptionsverlust (dB)	
				Absorptionsverlust (dB)		1.00	
				Konstante rel. Höhe /m		Nein	
				Gebäudenutzung			unbewohnt
	Geometrie		**Nr**	**x/m**	**y/m**	**! z(abs) /m**	**z(rel) /m**
		Knoten:	1	535854.23	5603729.78	310.00	4.00
			2	535870.42	5603708.83	310.00	4.00
			3	535865.74	5603705.41	310.00	4.00

			4	535849.34	5603726.20	310.00	5.11
			5	535854.23	5603729.78	310.00	4.00
HAUS004	Haus	Shape 2022		Reflexion / Eingabeart		Absorptionsverlust (dB)	
				Absorptionsverlust (dB)		1.00	
				Konstante rel. Höhe /m		Nein	
				Gebäudenutzung			unbewohnt
	Geometrie		**Nr**	**x/m**	**y/m**	**! z(abs) /m**	**z(rel) /m**
		Knoten:	1	535850.90	5603734.31	310.00	4.00
			2	535856.37	5603738.51	310.00	4.00
			3	535871.61	5603717.80	310.00	4.00
			4	535866.43	5603713.99	310.00	4.00
			5	535850.90	5603734.31	310.00	4.00
HAUS005	Haus	Shape 2022		Reflexion / Eingabeart		Absorptionsverlust (dB)	
				Absorptionsverlust (dB)		1.00	
				Konstante rel. Höhe /m		Nein	
				Gebäudenutzung			unbewohnt
	Geometrie		**Nr**	**x/m**	**y/m**	**! z(abs) /m**	**z(rel) /m**
		Knoten:	1	535871.61	5603717.80	314.00	8.00
			2	535914.79	5603750.74	314.00	8.00
			3	535927.26	5603733.83	314.00	12.51
			4	535878.92	5603697.08	314.00	8.00
			5	535870.42	5603708.83	314.00	8.00
			6	535866.43	5603713.99	314.00	8.00
			7	535871.61	5603717.80	314.00	8.00

.
.
.

Auszug

.
.
.

HAUS120	WalkingFloor 2022/G	Antrag 2022		Reflexion / Eingabeart		Absorptionsverlust (dB)	
				Absorptionsverlust (dB)		1.00	
				Konstante rel. Höhe /m		Nein	
				Gebäudenutzung			unbewohnt
	Geometrie		**Nr**	**x/m**	**y/m**	**! z(abs) /m**	**z(rel) /m**
		Knoten:	1	536066.78	5603647.11	315.90	5.40
			2	536079.64	5603653.35	315.90	5.40
			3	536075.86	5603661.15	315.90	5.40
			4	536063.00	5603654.90	315.90	5.40
			5	536066.78	5603647.11	315.90	5.40
HAUS122	HGF-Katalysator	Antrag 2022		Reflexion / Eingabeart		Absorptionsverlust (dB)	
				Absorptionsverlust (dB)		1.00	
				Konstante rel. Höhe /m		Nein	
				Gebäudenutzung			unbewohnt
	Geometrie		**Nr**	**x/m**	**y/m**	**z(abs) /m**	**! z(rel) /m**
		Knoten:	1	536163.77	5603764.35	319.30	8.80
			2	536166.25	5603759.45	319.30	8.80
			3	536168.49	5603760.58	319.30	8.80
			4	536166.00	5603765.48	319.30	8.80
			5	536163.77	5603764.35	319.30	8.80
HAUS124	Haus*	Shape 2022		Reflexion / Eingabeart		Absorptionsverlust (dB)	
				Absorptionsverlust (dB)		1.00	
				Konstante rel. Höhe /m		Nein	
				Gebäudenutzung			unbewohnt
	Geometrie		**Nr**	**x/m**	**y/m**	**! z(abs) /m**	**z(rel) /m**
		Knoten:	1	536176.81	5603749.77	325.00	14.50
			2	536177.21	5603749.73	325.00	14.50
			3	536177.60	5603749.63	325.00	14.50
			4	536177.97	5603749.46	325.00	14.50
			5	536178.30	5603749.23	325.00	14.50
			6	536178.58	5603748.94	325.00	14.50

			7	536178.81	5603748.61	325.00	14.50
			8	536178.99	5603748.25	325.00	14.50
			9	536179.09	5603747.86	325.00	14.50
			10	536179.13	5603747.45	325.00	14.50
			11	536179.09	5603747.05	325.00	14.50
			12	536178.99	5603746.66	325.00	14.50
			13	536178.81	5603746.30	325.00	14.50
			14	536178.58	5603745.97	325.00	14.50
			15	536178.30	5603745.68	325.00	14.50
			16	536177.97	5603745.45	325.00	14.50
			17	536177.60	5603745.28	325.00	14.50
			18	536177.21	5603745.18	325.00	14.50
			19	536176.81	5603745.14	325.00	14.50
			20	536176.41	5603745.18	325.00	14.50
			21	536176.02	5603745.28	325.00	14.50
			22	536175.65	5603745.45	325.00	14.50
			23	536175.32	5603745.68	325.00	14.50
			24	536175.04	5603745.97	325.00	14.50
			25	536174.81	5603746.30	325.00	14.50
			26	536174.64	5603746.66	325.00	14.50
			27	536174.53	5603747.05	325.00	14.50
			28	536174.50	5603747.45	325.00	14.50
			29	536174.53	5603747.86	325.00	14.50
			30	536174.64	5603748.25	325.00	14.50
			31	536174.81	5603748.61	325.00	14.50
			32	536175.04	5603748.94	325.00	14.50
			33	536175.32	5603749.23	325.00	14.50
			34	536175.65	5603749.46	325.00	14.50
			35	536176.02	5603749.63	325.00	14.50
HAUS128	WT/G massiv	Gruppe 0		Reflexion / Eingabeart		Absorptionsverlust (dB)	
				Absorptionsverlust (dB)		1.00	
				Konstante rel. Höhe /m		Nein	
				Gebäudenutzung			unbewohnt
	Geometrie		**Nr**	**x/m**	**y/m**	**! z(abs) /m**	**z(rel) /m**
		Knoten:	1	536150.05	5603752.45	318.00	7.50
			2	536154.30	5603754.59	318.00	7.50
			3	536152.76	5603757.62	318.00	7.50
			4	536157.88	5603760.14	318.00	7.50
			5	536163.32	5603749.67	318.00	7.50
			6	536153.89	5603744.97	318.00	7.50
			7	536153.30	5603746.13	318.00	7.50
			8	536150.05	5603752.45	318.00	7.50
HAUS131	Gewebefilter/G	Antrag 2022		Reflexion / Eingabeart		Absorptionsverlust (dB)	
				Absorptionsverlust (dB)		1.00	
				Konstante rel. Höhe /m		Nein	
				Gebäudenutzung			unbewohnt
	Geometrie		**Nr**	**x/m**	**y/m**	**! z(abs) /m**	**z(rel) /m**
		Knoten:	1	536156.92	5603742.22	318.00	7.50
			2	536159.67	5603736.75	318.00	7.50
			3	536163.25	5603738.55	318.00	7.50
			4	536160.50	5603744.02	318.00	7.50
			5	536156.92	5603742.22	318.00	7.50

Reflexionselement (6)							Modell
REFL001	WalkingFloor 2022/D	Antrag 2022		Beugung			keine
				Reflexion / Eingabeart		Absorptionsverlust (dB)	
				Absorptionsverlust (dB)		1.00	1.00
	Geometrie	**Beugungskante**	**Nr**	**x/m**	**y/m**	**! z(abs) /m**	**z(rel) /m**
		---	1	536066.73	5603646.97	316.00	5.50
		---	2	536079.77	5603653.30	316.00	5.50
		---	3	536075.90	5603661.28	316.00	5.50
		---	4	536062.86	5603654.95	316.00	5.50
		---	5	536066.73	5603646.97	316.00	5.50

REFL002	HGF 2022/G D	Antrag 2022		Beugung		schwebendes Hindernis	
				Reflexion / Eingabeart		Absorptionsverlust (dB)	
				Absorptionsverlust (dB)		1.00	1.00
	Geometrie	**Beugungskante**	**Nr**	**x/m**	**y/m**	**z(abs) /m**	**! z(rel) /m**
		Beugung nicht zulässig	1	536170.65	5603766.12	335.50	25.00
		Beugung zulässig	2	536160.42	5603761.07	335.50	25.00
		Beugung nicht zulässig	3	536163.73	5603754.38	335.50	25.00
		Beugung nicht zulässig	4	536173.95	5603759.43	335.50	25.00
		---	5	536170.65	5603766.12	335.50	25.00
REFL003	HGF 2022/G W1	Antrag 2022		Beugung		schwebendes Hindernis	
				Reflexion / Eingabeart		Absorptionsverlust (dB)	
				Absorptionsverlust (dB)		1.00	1.00
	Geometrie	**Beugungskante**	**Nr**	**x/m**	**y/m**	**z(abs) /m**	**! z(rel) /m**
		Beugung zulässig	1	536170.65	5603766.12	325.30	14.80
		Beugung nicht zulässig	2	536160.42	5603761.07	325.30	14.80
		Beugung zulässig	3	536160.42	5603761.07	335.50	25.00
		Beugung nicht zulässig	4	536170.65	5603766.12	335.50	25.00
		---	5	536170.65	5603766.12	325.30	14.80
REFL004	HGF 2022/G W2	Antrag 2022		Beugung		schwebendes Hindernis	
				Reflexion / Eingabeart		Absorptionsverlust (dB)	
				Absorptionsverlust (dB)		1.00	1.00
	Geometrie	**Beugungskante**	**Nr**	**x/m**	**y/m**	**z(abs) /m**	**! z(rel) /m**
		Beugung zulässig	1	536160.42	5603761.07	325.30	14.80
		Beugung nicht zulässig	2	536163.73	5603754.38	325.30	14.80
		Beugung zulässig	3	536163.73	5603754.38	335.50	25.00
		Beugung nicht zulässig	4	536160.42	5603761.07	335.50	25.00
		---	5	536160.42	5603761.07	325.30	14.80
REFL005	HGF 2022/G W3	Antrag 2022		Beugung		schwebendes Hindernis	
				Reflexion / Eingabeart		Absorptionsverlust (dB)	
				Absorptionsverlust (dB)		1.00	1.00
	Geometrie	**Beugungskante**	**Nr**	**x/m**	**y/m**	**z(abs) /m**	**! z(rel) /m**
		Beugung zulässig	1	536163.73	5603754.38	325.30	14.80
		Beugung nicht zulässig	2	536173.95	5603759.43	325.30	14.80
		Beugung zulässig	3	536173.95	5603759.43	335.50	25.00
		Beugung nicht zulässig	4	536163.73	5603754.38	335.50	25.00
		---	5	536163.73	5603754.38	325.30	14.80
REFL006	HGF 2022/ W4	Antrag 2022		Beugung		schwebendes Hindernis	
				Reflexion / Eingabeart		Absorptionsverlust (dB)	
				Absorptionsverlust (dB)		1.00	1.00
	Geometrie	**Beugungskante**	**Nr**	**x/m**	**y/m**	**z(abs) /m**	**! z(rel) /m**
		Beugung zulässig	1	536173.95	5603759.43	325.30	14.80
		Beugung nicht zulässig	2	536170.65	5603766.12	325.30	14.80
		Beugung zulässig	3	536170.65	5603766.12	335.50	25.00
		Beugung nicht zulässig	4	536173.95	5603759.43	335.50	25.00
		---	5	536173.95	5603759.43	325.30	14.80

Parkplatzlärmstudie (1)				Modell
PRKL001	**Bezeichnung**	LKW Waage WFneu	**Wirkradius /m**	99999.00
	Gruppe	Antrag 2022	**Lw (Tag) /dB(A)**	75.74
	Knotenzahl	5	**Lw (Nacht) /dB(A)**	-
	Länge /m	44.06	**Lw" (Tag) /dB(A)**	56.97
	Länge /m (2D)	44.06	**Lw" (Nacht) /dB(A)**	-
	Fläche /m²	75.43	**Konstante Höhe /m**	0.00
			Berechnung	Parkplatz (PLS 2007 | ISO
			Parkplatz	Autohof für Lkw
			Modus	Normalfall
			Kpa /dB	14.00
			Ki /dB	3.00
			Oberfläche	Asphaltierte Fahrgassen
			B	1.00
			f	1.00
			N (Tag)	0.38
			N (Nacht)	0.00

	Geometrie		Nr	x/m	y/m	z(abs) /m	! z(rel) /m
		Knoten:	1	535935.17	5603702.60	307.00	0.00
			2	535932.75	5603684.97	307.00	0.00
			3	535936.95	5603684.40	307.00	0.00
			4	535939.37	5603702.02	307.00	0.00
			5	535935.17	5603702.60	307.00	0.00

Punkt-SQ	/ISO 9613 (8)								Modell
EZQi002	Bezeichnung	Vkd56 Stützluft		Wirkradius /m					99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		D0					0.00
	Knotenzahl	1		Hohe Quelle					Nein
	Länge /m	---		Emission ist					Schallleistungspegel (Lw)
	Länge /m (2D)	---		Emi.Vari	Emission	Dämmun	Zuschlag	Lw	
	Fläche /m²	---			dB(A)	dB	dB	dB(A)	
				Tag	96.00	-	-	96.00	
				Nacht	96.00	-	-	96.00	
	Geometrie		Nr	x/m	y/m	z(abs) /m			! z(rel) /m
			Geometrie:	536172.39	5603760.56	312.50			2.00
EZQi003	Bezeichnung	Vmb45 Aufheiz		Wirkradius /m					99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		D0					0.00
	Knotenzahl	1		Hohe Quelle					Nein
	Länge /m	---		Emission ist					Schallleistungspegel (Lw)
	Länge /m (2D)	---		Emi.Vari	Emission	Dämmun	Zuschlag	Lw	
	Fläche /m²	---			dB(A)	dB	dB	dB(A)	
				Tag	94.00	-	-	94.00	
				Nacht	94.00	-	-	94.00	
	Geometrie		Nr	x/m	y/m	z(abs) /m			! z(rel) /m
			Geometrie:	536170.52	5603764.59	311.50			1.00
EZQi004	Bezeichnung	Vml25 Siloentstaub		Wirkradius /m					99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		D0					0.00
	Knotenzahl	1		Hohe Quelle					Nein
	Länge /m	---		Emission ist					Schallleistungspegel (Lw)
	Länge /m (2D)	---		Emi.Vari	Emission	Dämmun	Zuschlag	Lw	
	Fläche /m²	---			dB(A)	dB	dB	dB(A)	
				Tag	90.00	-	6.00	96.00	
				Nacht	90.00	-	6.00	96.00	
	Geometrie		Nr	x/m	y/m	z(abs) /m			! z(rel) /m
			Geometrie:	536162.85	5603763.04	323.50			13.00
EZQi005	Bezeichnung	Schneck 1 HGF		Wirkradius /m					99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		D0					0.00
	Knotenzahl	1		Hohe Quelle					Nein
	Länge /m	---		Emission ist					Schallleistungspegel (Lw)
	Länge /m (2D)	---		Emi.Vari	Emission	Dämmun	Zuschlag	Lw	
	Fläche /m²	---			dB(A)	dB	dB	dB(A)	
				Tag	90.00	-	-	90.00	
				Nacht	90.00	-	-	90.00	
	Geometrie		Nr	x/m	y/m	z(abs) /m			! z(rel) /m
			Geometrie:	536164.86	5603755.83	315.50			5.00
EZQi006	Bezeichnung	Schneck 2 HGF		Wirkradius /m					99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		D0					0.00
	Knotenzahl	1		Hohe Quelle					Nein
	Länge /m	---		Emission ist					Schallleistungspegel (Lw)
	Länge /m (2D)	---		Emi.Vari	Emission	Dämmun	Zuschlag	Lw	
	Fläche /m²	---			dB(A)	dB	dB	dB(A)	
				Tag	90.00	-	-	90.00	
				Nacht	90.00	-	-	90.00	
	Geometrie		Nr	x/m	y/m	z(abs) /m			! z(rel) /m
			Geometrie:	536166.18	5603756.56	315.50			5.00

EZQi009	Bezeichnung	HGF-SCR Kühler		Wirkradius /m					99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		D0					0.00
	Knotenzahl	1		Hohe Quelle					Nein
	Länge /m	---		Emission ist					Schallleistungspegel (Lw)
	Länge /m (2D)	---		Emi.Vari	Emission	Dämmun	Zuschlag	Lw	
	Fläche /m²	---			dB(A)	dB	dB	dB(A)	
				Tag	90.00	-	-	90.00	
				Nacht	90.00	-	-	90.00	
	Geometrie		Nr	x/m	y/m		z(abs) /m		! z(rel) /m
		Geometrie:		536152.25	5603755.52		312.50		2.00
EZQi008	Bezeichnung	Kühl Entlastung		Wirkradius /m					99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		D0					0.00
	Knotenzahl	1		Hohe Quelle					Nein
	Länge /m	---		Emission ist					Schallleistungspegel (Lw)
	Länge /m (2D)	---		Emi.Vari	Emission	Dämmun	Zuschlag	Lw	
	Fläche /m²	---			dB(A)	dB	dB	dB(A)	
				Tag	90.00	-	-	90.00	
				Nacht	90.00	-	-	90.00	
	Geometrie		Nr	x/m	y/m		z(abs) /m		! z(rel) /m
		Geometrie:		536149.15	5603751.00		330.50		20.00
EZQi001	Bezeichnung	Ventilator		Wirkradius /m					99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		D0					0.00
	Knotenzahl	1		Hohe Quelle					Nein
	Länge /m	---		Emission ist					Schallleistungspegel (Lw)
	Länge /m (2D)	---		Emi.Vari	Emission	Dämmun	Zuschlag	Lw	
	Fläche /m²	---			dB(A)	dB	dB	dB(A)	
				Tag	95.00	-	-	95.00	
				Nacht	95.00	-	-	95.00	
	Geometrie		Nr	x/m	y/m		z(abs) /m		! z(rel) /m
		Geometrie:		536155.99	5603738.55		312.50		2.00

Linien-SQ /ISO 9613 (2)										Modell
LIQi001	Bezeichnung	LKW Fahren		Wirkradius /m						99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		D0						0.00
	Knotenzahl	57		Hohe Quelle						Nein
	Länge /m	611.67		Emission ist						längenbez. SL-Pegel (Lw/m)
	Länge /m (2D)	608.69		Emi.Vari	Emission	Dämmun	Zuschlag	Lw	Lw'	
	Fläche /m²	---			dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)	
				Tag	66.00	12.00	7.80	89.67	61.80	
				Nacht	-99.00	-	-	-99.00		
	Geometrie		Nr	x/m	y/m		z(abs) /m		! z(rel) /m	
		Knoten:	1	535939.56	5603756.64		299.91		1.00	
			2	535939.91	5603748.34		299.87		1.00	
			3	535939.22	5603741.43		300.01		1.00	
			4	535938.18	5603734.52		302.65		1.00	
			5	535937.83	5603730.03		304.95		1.00	
			6	535937.83	5603725.88		306.10		1.00	
			7	535937.49	5603713.44		306.94		1.00	
			8	535936.58	5603701.99		307.00		1.00	
			9	535935.85	5603695.15		307.00		1.00	
			10	535934.72	5603688.56		307.00		1.00	
			11	535933.69	5603680.96		307.03		1.00	
			12	535932.67	5603671.45		307.99		1.00	
			13	535931.27	5603660.92		306.25		1.00	
			14	535930.23	5603650.21		305.25		1.00	
			15	535930.23	5603639.15		306.01		1.00	
			16	535932.30	5603632.58		304.87		1.00	
			17	535935.76	5603623.95		310.16		1.00	
			18	535939.91	5603619.45		310.46		1.00	
			19	535945.09	5603615.65		310.50		1.00	
			20	535951.65	5603613.92		310.50		1.00	
			21	535965.13	5603614.96		310.50		1.00	
			22	535980.68	5603618.07		310.50		1.00	
			23	535992.77	5603621.87		310.50		1.00	

			24	536012.12	5603629.47	310.50	1.00
			25	536024.64	5603634.40	310.50	1.00
			26	536039.54	5603638.54	310.50	1.00
			27	536051.13	5603641.02	310.50	1.00
			28	536059.40	5603639.78	310.50	1.00
			29	536067.68	5603636.47	310.50	1.00
			30	536074.72	5603635.23	310.50	1.00
			31	536083.82	5603636.88	310.50	1.00
			32	536102.03	5603641.02	310.50	1.00
			33	536120.66	5603644.75	310.50	1.00
			34	536139.70	5603648.06	310.50	1.00
			35	536157.91	5603650.54	310.50	1.00
			36	536175.70	5603652.61	310.50	1.00
			37	536183.98	5603656.34	310.50	1.00
			38	536189.77	5603663.79	310.50	1.00
			39	536194.74	5603675.38	310.50	1.00
			40	536201.78	5603690.70	310.50	1.00
			41	536206.74	5603710.99	310.50	1.00
			42	536206.33	5603726.72	310.50	1.00
			43	536207.57	5603735.83	310.50	1.00
			44	536207.16	5603745.35	310.50	1.00
			45	536205.50	5603755.70	310.45	1.00
			46	536202.60	5603767.71	310.41	1.00
			47	536198.88	5603779.71	310.38	1.00
			48	536196.81	5603786.34	310.36	1.00
			49	536193.09	5603796.27	310.34	1.00
			50	536189.36	5603806.21	310.12	1.00
			51	536189.36	5603817.39	310.00	1.00
			52	536193.91	5603822.35	310.00	1.00
			53	536201.78	5603823.60	310.00	1.00
			54	536209.23	5603819.87	310.00	1.00
			55	536212.12	5603812.00	310.03	1.00
			56	536210.47	5603805.38	310.07	1.00
			57	536204.26	5603800.00	310.18	1.00

LIQi002	**Bezeichnung**	Radlader		**Wirkradius /m**					99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		**D0**					0.00
	Knotenzahl	79		**Hohe Quelle**					Nein
	Länge /m	443.81		**Emission ist**					Schallleistungspegel (Lw)
	Länge /m (2D)	443.67		**Emi.Vari**	Emission	Dämmun	Zuschlag	Lw	Lw'
	Fläche /m²	---			dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)
				Tag	104.00	12.00	3.00	95.00	68.53
				Nacht	-99.00	-	-	-99.00	

	Geometrie		**Nr**	**x/m**	**y/m**	**z(abs) /m**	**! z(rel) /m**
		Knoten:	1	536206.96	5603810.58	312.07	2.00
			2	536208.28	5603815.12	312.02	2.00
			3	536208.13	5603820.39	312.00	2.00
			4	536207.54	5603824.05	312.00	2.00
			5	536206.23	5603825.81	312.00	2.00
			6	536204.18	5603826.83	312.00	2.00
			7	536200.37	5603827.12	312.00	2.00
			8	536198.76	5603826.98	312.00	2.00
			9	536195.40	5603826.69	312.00	2.00
			10	536192.33	5603824.78	312.00	2.00
			11	536190.57	5603822.44	312.00	2.00
			12	536188.67	5603819.81	312.00	2.00
			13	536186.18	5603816.29	312.00	2.00
			14	536182.96	5603810.15	312.00	2.00
			15	536180.91	5603805.90	312.07	2.00
			16	536179.30	5603801.66	312.16	2.00
			17	536178.28	5603799.02	312.22	2.00
			18	536177.69	5603796.53	312.28	2.00
			19	536178.57	5603794.04	312.34	2.00
			20	536180.62	5603793.46	312.37	2.00
			21	536183.11	5603793.75	312.38	2.00

			22	536184.42	5603794.34	312.37	2.00
			23	536185.16	5603795.36	312.35	2.00
			24	536186.47	5603799.02	312.27	2.00
			25	536187.21	5603801.66	312.21	2.00
			26	536188.52	5603805.17	312.14	2.00
			27	536191.45	5603812.34	312.00	2.00
			28	536193.94	5603819.22	312.00	2.00
			29	536194.52	5603820.83	312.00	2.00
			30	536193.94	5603814.39	312.00	2.00
			31	536193.94	5603806.19	312.15	2.00
			32	536194.96	5603798.44	312.30	2.00
			33	536196.42	5603789.21	312.35	2.00
			34	536197.59	5603782.19	312.38	2.00
			35	536198.62	5603775.60	312.41	2.00
			36	536199.79	5603769.60	312.43	2.00
			37	536200.81	5603763.16	312.46	2.00
			38	536202.72	5603755.11	312.49	2.00
			39	536204.18	5603748.23	312.50	2.00
			40	536204.76	5603742.81	312.50	2.00
			41	536204.47	5603736.37	312.50	2.00
			42	536204.18	5603731.25	312.50	2.00
			43	536203.59	5603726.71	312.50	2.00
			44	536204.03	5603716.47	312.50	2.00
			45	536204.62	5603710.76	312.50	2.00
			46	536203.30	5603704.47	312.50	2.00
			47	536202.28	5603698.32	312.50	2.00
			48	536200.81	5603693.63	312.50	2.00
			49	536197.74	5603686.32	312.50	2.00
			50	536194.08	5603678.27	312.50	2.00
			51	536191.30	5603670.51	312.50	2.00
			52	536187.79	5603663.63	312.50	2.00
			53	536183.55	5603658.65	312.50	2.00
			54	536177.69	5603655.58	312.50	2.00
			55	536169.65	5603656.75	312.50	2.00
			56	536163.79	5603661.58	312.50	2.00
			57	536155.45	5603670.36	312.50	2.00
			58	536148.43	5603678.56	312.50	2.00
			59	536140.38	5603688.95	312.50	2.00
			60	536132.92	5603698.46	312.50	2.00
			61	536127.50	5603705.05	312.50	2.00
			62	536124.28	5603707.98	312.50	2.00
			63	536117.99	5603710.17	312.50	2.00
			64	536108.63	5603711.20	312.50	2.00
			65	536099.99	5603710.91	312.50	2.00
			66	536094.29	5603710.47	312.50	2.00
			67	536088.43	5603711.93	312.50	2.00
			68	536083.90	5603714.86	312.50	2.00
			69	536080.09	5603717.49	312.50	2.00
			70	536075.70	5603719.40	313.20	2.00
			71	536070.88	5603719.10	313.64	2.00
			72	536066.78	5603714.57	313.42	2.00
			73	536066.78	5603710.47	312.86	2.00
			74	536067.80	5603706.52	312.50	2.00
			75	536070.14	5603703.15	312.50	2.00
			76	536074.97	5603701.83	312.50	2.00
			77	536080.24	5603702.56	312.50	2.00
			78	536083.46	5603705.20	312.50	2.00
			79	536085.95	5603707.69	312.50	2.00

Flächen-SQ /ISO 9613 (23)										Modell
FLQi020	Bezeichnung	WT/ EG-W1		Wirkradius /m						99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		D0						0.00
	Knotenzahl	5		Hohe Quelle						Nein
	Länge /m	24.53		Emission ist						Innenpegel (Lp)
	Länge /m (2D)	9.53		Emi.Vari	Emission	Dämmun	Zuschlag		Lw	Lw"
	Fläche /m²	35.75			dB(A)	dB	dB		dB(A)	dB(A)
				Tag	95.00	45.00	-		62.53	47.00
				Nacht	95.00	45.00	-		62.53	47.00
				C(diffus) /dB			EN 12354-4; B.1-4:			-3.0
	Geometrie		Nr	x/m		y/m	! z(abs) /m			z(rel) /m
		Knoten:	1	536149.91		5603752.49	310.50			-0.00
			2	536154.17		5603754.64	310.50			-0.00
			3	536154.17		5603754.64	318.00			7.50
			4	536149.91		5603752.49	318.00			7.50
			5	536149.91		5603752.49	310.50			-0.00
FLQi021	Bezeichnung	WT/ EG-W2		Wirkradius /m						99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		D0						0.00
	Knotenzahl	5		Hohe Quelle						Nein
	Länge /m	21.80		Emission ist						Innenpegel (Lp)
	Länge /m (2D)	6.80		Emi.Vari	Emission	Dämmun	Zuschlag		Lw	Lw"
	Fläche /m²	25.52			dB(A)	dB	dB		dB(A)	dB(A)
				Tag	95.00	45.00	-		61.07	47.00
				Nacht	95.00	45.00	-		61.07	47.00
				C(diffus) /dB			EN 12354-4; B.1-4:			-3.0
	Geometrie		Nr	x/m		y/m	! z(abs) /m			z(rel) /m
		Knoten:	1	536154.17		5603754.64	310.50			-0.00
			2	536152.63		5603757.67	310.50			-0.00
			3	536152.63		5603757.67	318.00			7.50
			4	536154.17		5603754.64	318.00			7.50
			5	536154.17		5603754.64	310.50			-0.00
FLQi022	Bezeichnung	WT/ EG-W3		Wirkradius /m						99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		D0						0.00
	Knotenzahl	5		Hohe Quelle						Nein
	Länge /m	26.81		Emission ist						Innenpegel (Lp)
	Länge /m (2D)	11.81		Emi.Vari	Emission	Dämmun	Zuschlag		Lw	Lw"
	Fläche /m²	44.29			dB(A)	dB	dB		dB(A)	dB(A)
				Tag	95.00	45.00	-		63.46	47.00
				Nacht	95.00	45.00	-		63.46	47.00
				C(diffus) /dB			EN 12354-4; B.1-4:			-3.0
	Geometrie		Nr	x/m		y/m	! z(abs) /m			z(rel) /m
		Knoten:	1	536152.63		5603757.67	310.50			-0.00
			2	536157.93		5603760.28	310.50			-0.00
			3	536157.93		5603760.28	318.00			7.50
			4	536152.63		5603757.67	318.00			7.50
			5	536152.63		5603757.67	310.50			-0.00
FLQi023	Bezeichnung	WT/ EG-W4		Wirkradius /m						99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		D0						0.00
	Knotenzahl	5		Hohe Quelle						Nein
	Länge /m	39.01		Emission ist						Innenpegel (Lp)
	Länge /m (2D)	24.01		Emi.Vari	Emission	Dämmun	Zuschlag		Lw	Lw"
	Fläche /m²	90.03			dB(A)	dB	dB		dB(A)	dB(A)
				Tag	95.00	45.00	-		69.45	50.00
				Nacht	95.00	45.00	-		69.45	50.00
				C(diffus) /dB			EN 12354-4; B.1-5:			0.0
	Geometrie		Nr	x/m		y/m	! z(abs) /m			z(rel) /m
		Knoten:	1	536157.93		5603760.28	310.50			-0.00
			2	536163.46		5603749.62	310.50			-0.00
			3	536163.46		5603749.62	318.00			7.50
			4	536157.93		5603760.28	318.00			7.50
			5	536157.93		5603760.28	310.50			-0.00

FLQi024	Bezeichnung	WT/ EG-W5		Wirkradius /m						99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		D0						0.00
	Knotenzahl	5		Hohe Quelle						Nein
	Länge /m	36.47		Emission ist						Innenpegel (Lp)
	Länge /m (2D)	21.47		Emi.Vari	Emission	Dämmun	Zuschlag		Lw	Lw"
	Fläche /m²	80.51			dB(A)	dB	dB		dB(A)	dB(A)
				Tag	95.00	45.00	-		65.10	47.00
				Nacht	95.00	45.00	-		65.10	47.00
				C(diffus) /dB			EN 12354-4; B.1-4:			-3.0
	Geometrie		Nr	x/m		y/m	! z(abs) /m			z(rel) /m
		Knoten:	1	536163.46		5603749.62	310.50			-0.00
			2	536153.85		5603744.84	310.50			-0.00
			3	536153.85		5603744.84	318.00			7.50
			4	536163.46		5603749.62	318.00			7.50
			5	536163.46		5603749.62	310.50			-0.00
FLQi001	Bezeichnung	Wa kingFloor 2022/ W1		Wirkradius /m						99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		D0						0.00
	Knotenzahl	5		Hohe Quelle						Nein
	Länge /m	39.99		Emission ist						Innenpegel (Lp)
	Länge /m (2D)	28.99		Emi.Vari	Emission	Dämmun	Zuschlag		Lw	Lw"
	Fläche /m²	79.72			dB(A)	dB	dB		dB(A)	dB(A)
				Tag	80.00	25.00	-		71.02	52.00
				Nacht	80.00	25.00	-		71.02	52.00
				C(diffus) /dB			EN 12354-4; B.1-4:			-3.0
	Geometrie		Nr	x/m		y/m	! z(abs) /m			z(rel) /m
		Knoten:	1	536066.73		5603646.97	310.50			-0.00
			2	536079.77		5603653.30	310.50			0.00
			3	536079.77		5603653.30	316.00			5.50
			4	536066.73		5603646.97	316.00			5.50
			5	536066.73		5603646.97	310.50			-0.00
FLQi002	Bezeichnung	Wa kingFloor 2022/ W2		Wirkradius /m						99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		D0						0.00
	Knotenzahl	5		Hohe Quelle						Nein
	Länge /m	28.74		Emission ist						Innenpegel (Lp)
	Länge /m (2D)	17.74		Emi.Vari	Emission	Dämmun	Zuschlag		Lw	Lw"
	Fläche /m²	48.77			dB(A)	dB	dB		dB(A)	dB(A)
				Tag	80.00	25.00	-		68.88	52.00
				Nacht	80.00	25.00	-		68.88	52.00
				C(diffus) /dB			EN 12354-4; B.1-4:			-3.0
	Geometrie		Nr	x/m		y/m	! z(abs) /m			z(rel) /m
		Knoten:	1	536079.77		5603653.30	310.50			0.00
			2	536075.90		5603661.28	310.50			0.00
			3	536075.90		5603661.28	316.00			5.50
			4	536079.77		5603653.30	316.00			5.50
			5	536079.77		5603653.30	310.50			0.00
FLQi003	Bezeichnung	Wa kingFloor 2022/ W3		Wirkradius /m						99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		D0						0.00
	Knotenzahl	5		Hohe Quelle						Nein
	Länge /m	39.99		Emission ist						Innenpegel (Lp)
	Länge /m (2D)	28.99		Emi.Vari	Emission	Dämmun	Zuschlag		Lw	Lw"
	Fläche /m²	79.72			dB(A)	dB	dB		dB(A)	dB(A)
				Tag	80.00	25.00	-		71.02	52.00
				Nacht	80.00	25.00	-		71.02	52.00
				C(diffus) /dB			EN 12354-4; B.1-4:			-3.0
	Geometrie		Nr	x/m		y/m	! z(abs) /m			z(rel) /m
		Knoten:	1	536075.90		5603661.28	310.50			0.00
			2	536062.86		5603654.95	310.50			-0.00
			3	536062.86		5603654.95	316.00			5.50
			4	536075.90		5603661.28	316.00			5.50
			5	536075.90		5603661.28	310.50			0.00

FLQi004	Bezeichnung	Wa kingFloor 2022/ W4		Wirkradius /m						99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		D0						0.00
	Knotenzahl	5		Hohe Quelle						Nein
	Länge /m	28.74		Emission ist						Innenpegel (Lp)
	Länge /m (2D)	17.74		Emi.Vari	Emission	Dämmun	Zuschlag		Lw	Lw"
	Fläche /m²	48.77			dB(A)	dB	dB		dB(A)	dB(A)
				Tag	80.00	10.00	-		83.88	67.00
				Nacht	80.00	10.00	-		83.88	67.00
				C(diffus) /dB			EN 12354-4; B.1-4:			-3.0
	Geometrie		Nr	x/m		y/m	! z(abs) /m			z(rel) /m
		Knoten:	1	536062.86		5603654.95	310.50			-0.00
			2	536066.73		5603646.97	310.50			-0.00
			3	536066.73		5603646.97	316.00			5.50
			4	536062.86		5603654.95	316.00			5.50
			5	536062.86		5603654.95	310.50			-0.00
FLQi005	Bezeichnung	Wa kingFloor 2022/ D		Wirkradius /m						99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		D0						0.00
	Knotenzahl	5		Hohe Quelle						Nein
	Länge /m	46.72		Emission ist						Innenpegel (Lp)
	Länge /m (2D)	46.72		Emi.Vari	Emission	Dämmun	Zuschlag		Lw	Lw"
	Fläche /m²	128.53			dB(A)	dB	dB		dB(A)	dB(A)
				Tag	80.00	25.00	-		73.09	52.00
				Nacht	80.00	25.00	-		73.09	52.00
				C(diffus) /dB			EN 12354-4; B.1-4:			-3.0
	Geometrie		Nr	x/m		y/m	! z(abs) /m			z(rel) /m
		Knoten:	1	536066.73		5603646.97	316.00			5.50
			2	536079.77		5603653.30	316.00			5.50
			3	536075.90		5603661.28	316.00			5.50
			4	536062.86		5603654.95	316.00			5.50
			5	536066.73		5603646.97	316.00			5.50
FLQi006	Bezeichnung	HGF 2022/ W1 Pent		Wirkradius /m						99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		D0						0.00
	Knotenzahl	5		Hohe Quelle						Nein
	Länge /m	35.21		Emission ist						Schallleistungspegel (Lw)
	Länge /m (2D)	23.21		Emi.Vari	Emission	Dämmun	Zuschlag		Lw	Lw"
	Fläche /m²	69.63			dB(A)	dB	dB		dB(A)	dB(A)
				Tag	85.00	7.00	7.00		85.00	66.57
				Nacht	85.00	7.00	7.00		85.00	66.57
	Geometrie		Nr	x/m		y/m	z(abs) /m			! z(rel) /m
		Knoten:	1	536170.69		5603766.25	329.50			19.00
			2	536160.29		5603761.12	329.50			19.00
			3	536160.29		5603761.12	335.50			25.00
			4	536170.69		5603766.25	335.50			25.00
			5	536170.69		5603766.25	329.50			19.00
FLQi007	Bezeichnung	HGF 2022/ W2 Pent		Wirkradius /m						99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		D0						0.00
	Knotenzahl	5		Hohe Quelle						Nein
	Länge /m	32.61		Emission ist						Schallleistungspegel (Lw)
	Länge /m (2D)	15.33		Emi.Vari	Emission	Dämmun	Zuschlag		Lw	Lw"
	Fläche /m²	62.09			dB(A)	dB	dB		dB(A)	dB(A)
				Tag	85.00	7.00	7.00		85.00	67.07
				Nacht	85.00	7.00	7.00		85.00	67.07
	Geometrie		Nr	x/m		y/m	z(abs) /m			! z(rel) /m
		Knoten:	1	536160.29		5603761.12	329.50			19.00
			2	536163.68		5603754.24	325.30			14.80
			3	536163.68		5603754.24	335.50			25.00
			4	536160.29		5603761.12	335.50			25.00
			5	536160.29		5603761.12	329.50			19.00

FLQi008	**Bezeichnung**	HGF 2022/ W3 Pent		**Wirkradius /m**						99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		**D0**						0.00
	Knotenzahl	5		**Hohe Quelle**						Nein
	Länge /m	35.21		**Emission ist**						Schallleistungspegel (Lw)
	Länge /m (2D)	23.21		**Emi.Vari**	Emission	Dämmun	Zuschlag		Lw	Lw"
	Fläche /m²	69.63			dB(A)	dB	dB		dB(A)	dB(A)
				Tag	85.00	7.00	7.00		85.00	66.57
				Nacht	85.00	7.00	7.00		85.00	66.57
	Geometrie		**Nr**		**x/m**	**y/m**	**z(abs) /m**			**! z(rel) /m**
		Knoten:	1		536163.68	5603754.24	329.50			19.00
			2		536174.09	5603759.38	329.50			19.00
			3		536174.09	5603759.38	335.50			25.00
			4		536163.68	5603754.24	335.50			25.00
			5		536163.68	5603754.24	329.50			19.00
FLQi009	**Bezeichnung**	HGF 2022/ W4 Pent		**Wirkradius /m**						99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		**D0**						0.00
	Knotenzahl	5		**Hohe Quelle**						Nein
	Länge /m	27.33		**Emission ist**						Schallleistungspegel (Lw)
	Länge /m (2D)	15.33		**Emi.Vari**	Emission	Dämmun	Zuschlag		Lw	Lw"
	Fläche /m²	45.99			dB(A)	dB	dB		dB(A)	dB(A)
				Tag	85.00	7.00	7.00		85.00	68.37
				Nacht	85.00	7.00	7.00		85.00	68.37
	Geometrie		**Nr**		**x/m**	**y/m**	**z(abs) /m**			**! z(rel) /m**
		Knoten:	1		536174.09	5603759.38	329.50			19.00
			2		536170.69	5603766.25	329.50			19.00
			3		536170.69	5603766.25	335.50			25.00
			4		536174.09	5603759.38	335.50			25.00
			5		536174.09	5603759.38	329.50			19.00
FLQi010	**Bezeichnung**	HGF 2022/D Pent		**Wirkradius /m**						99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		**D0**						0.00
	Knotenzahl	5		**Hohe Quelle**						Nein
	Länge /m	38.54		**Emission ist**						Schallleistungspegel (Lw)
	Länge /m (2D)	38.54		**Emi.Vari**	Emission	Dämmun	Zuschlag		Lw	Lw"
	Fläche /m²	88.97			dB(A)	dB	dB		dB(A)	dB(A)
				Tag	85.00	7.00	7.00		85.00	65.51
				Nacht	85.00	7.00	7.00		85.00	65.51
	Geometrie		**Nr**		**x/m**	**y/m**	**z(abs) /m**			**! z(rel) /m**
		Knoten:	1		536170.69	5603766.25	335.50			25.00
			2		536160.29	5603761.12	335.50			25.00
			3		536163.68	5603754.24	335.50			25.00
			4		536174.09	5603759.38	335.50			25.00
			5		536170.69	5603766.25	335.50			25.00
FLQi033	**Bezeichnung**	Filter/ W1		**Wirkradius /m**						99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		**D0**						0.00
	Knotenzahl	5		**Hohe Quelle**						Nein
	Länge /m	24.66		**Emission ist**						Schallleistungspegel (Lw)
	Länge /m (2D)	12.66		**Emi.Vari**	Emission	Dämmun	Zuschlag		Lw	Lw"
	Fläche /m²	37.99			dB(A)	dB	dB		dB(A)	dB(A)
				Tag	85.00	7.00	7.00		85.00	69.20
				Nacht	85.00	7.00	7.00		85.00	69.20
	Geometrie		**Nr**		**x/m**	**y/m**	**! z(abs) /m**			**z(rel) /m**
		Knoten:	1		536156.78	5603742.27	312.00			1.50
			2		536159.63	5603736.61	312.00			1.50
			3		536159.63	5603736.61	318.00			7.50
			4		536156.78	5603742.27	318.00			7.50
			5		536156.78	5603742.27	312.00			1.50
FLQi034	**Bezeichnung**	Filter/ W2		**Wirkradius /m**						99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		**D0**						0.00
	Knotenzahl	5		**Hohe Quelle**						Nein
	Länge /m	20.42		**Emission ist**						Schallleistungspegel (Lw)
	Länge /m (2D)	8.42		**Emi.Vari**	Emission	Dämmun	Zuschlag		Lw	Lw"
	Fläche /m²	25.25			dB(A)	dB	dB		dB(A)	dB(A)
				Tag	85.00	7.00	7.00		85.00	70.98
				Nacht	85.00	7.00	7.00		85.00	70.98

	Geometrie		Nr	x/m	y/m	! z(abs) /m	z(rel) /m
		Knoten:	1	536159.63	5603736.61	312.00	1.50
			2	536163.38	5603738.50	312.00	1.50
			3	536163.38	5603738.50	318.00	7.50
			4	536159.63	5603736.61	318.00	7.50
			5	536159.63	5603736.61	312.00	1.50
FLQi035	Bezeichnung	Filter/ W3		Wirkradius /m			99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		D0			0.00
	Knotenzahl	5		Hohe Quelle			Nein
	Länge /m	24.66		Emission ist			Schallleistungspegel (Lw)
	Länge /m (2D)	12.66		Emi.Vari	Emission	Dämmun	Zuschlag	Lw	Lw"
	Fläche /m²	37.99			dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)
				Tag	85.00	7.00	7.00	85.00	69.20
				Nacht	85.00	7.00	7.00	85.00	69.20
	Geometrie		Nr	x/m	y/m	! z(abs) /m	z(rel) /m
		Knoten:	1	536163.38	5603738.50	312.00	1.50
			2	536160.54	5603744.16	312.00	1.50
			3	536160.54	5603744.16	318.00	7.50
			4	536163.38	5603738.50	318.00	7.50
			5	536163.38	5603738.50	312.00	1.50
FLQi036	Bezeichnung	Filter/ W4		Wirkradius /m			99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		D0			0.00
	Knotenzahl	5		Hohe Quelle			Nein
	Länge /m	20.42		Emission ist			Schallleistungspegel (Lw)
	Länge /m (2D)	8.42		Emi.Vari	Emission	Dämmun	Zuschlag	Lw	Lw"
	Fläche /m²	25.25			dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)
				Tag	85.00	7.00	7.00	85.00	70.98
				Nacht	85.00	7.00	7.00	85.00	70.98
	Geometrie		Nr	x/m	y/m	! z(abs) /m	z(rel) /m
		Knoten:	1	536160.54	5603744.16	312.00	1.50
			2	536156.78	5603742.27	312.00	1.50
			3	536156.78	5603742.27	318.00	7.50
			4	536160.54	5603744.16	318.00	7.50
			5	536160.54	5603744.16	312.00	1.50
FLQi037	Bezeichnung	Filter/ D		Wirkradius /m			99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		D0			0.00
	Knotenzahl	5		Hohe Quelle			Nein
	Länge /m	21.08		Emission ist			Schallleistungspegel (Lw)
	Länge /m (2D)	21.08		Emi.Vari	Emission	Dämmun	Zuschlag	Lw	Lw"
	Fläche /m²	26.64			dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)
				Tag	85.00	7.00	7.00	85.00	70.75
				Nacht	85.00	7.00	7.00	85.00	70.75
	Geometrie		Nr	x/m	y/m	! z(abs) /m	z(rel) /m
		Knoten:	1	536156.78	5603742.27	318.00	7.50
			2	536159.63	5603736.61	318.00	7.50
			3	536163.38	5603738.50	318.00	7.50
			4	536160.54	5603744.16	318.00	7.50
			5	536156.78	5603742.27	318.00	7.50
FLQi041	Bezeichnung	Auflieger WFneu		Wirkradius /m			99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		D0			0.00
	Knotenzahl	5		Hohe Quelle			Nein
	Länge /m	64.27		Emission ist			Schallleistungspegel (Lw)
	Länge /m (2D)	64.27		Emi.Vari	Emission	Dämmun	Zuschlag	Lw	Lw"
	Fläche /m²	244.21			dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)
				Tag	100.80	12.00	6.00	94.80	70.92
				Nacht	-99.00	-	-	-99.00	
	Geometrie		Nr	x/m	y/m	z(abs) /m	! z(rel) /m
		Knoten:	1	536060.51	5603655.86	311.50	1.00
			2	536065.60	5603644.63	311.50	1.00
			3	536047.57	5603636.45	311.50	1.00
			4	536042.47	5603647.68	311.50	1.00
			5	536060.51	5603655.86	311.50	1.00

FLQi023 /1	Bezeichnung	Tür		Wirkradius /m					99999.00
Öffnung	Gruppe	Antrag 2022		D0					3.00
(FLQi050)	Knotenzahl	5		Hohe Quelle					Nein
	Länge /m	6.00		Emission ist					Innenpegel (Lp)
	Länge /m (2D)	2.00		Emi.Vari	Emission	Dämmun	Zuschlag	Lw	Lw"
	Fläche /m²	2.00			dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)
				Tag	95.00	-	-	98.01	95.00
				Nacht	95.00	-	-	98.01	95.00
				C(diffus) /dB				EN 12354-4; B.1-5:	0.0
	Geometrie		Nr	x/m	y/m		! z(abs) /m		z(rel) /m
		Knoten:	1	536159.77	5603756.73		310.55		0.05
			2	536160.23	5603755.84		310.55		0.05
			3	536160.23	5603755.84		312.55		2.05
			4	536159.77	5603756.73		312.55		2.05
			5	536159.77	5603756.73		310.55		0.05
FLQi024 /1	Bezeichnung	Tor verschl		Wirkradius /m					99999.00
Öffnung	Gruppe	Antrag 2022		D0					0.00
(FLQi051)	Knotenzahl	5		Hohe Quelle					Nein
	Länge /m	16.00		Emission ist					Innenpegel (Lp)
	Länge /m (2D)	8.00		Emi.Vari	Emission	Dämmun	Zuschlag	Lw	Lw"
	Fläche /m²	16.00			dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)
				Tag	95.00	15.00	-	89.04	77.00
				Nacht	95.00	15.00	-	89.04	77.00
				C(diffus) /dB				EN 12354-4; B.1-4:	-3.0
	Geometrie		Nr	x/m	y/m		! z(abs) /m		z(rel) /m
		Knoten:	1	536159.88	5603747.84		310.55		0.05
			2	536156.30	5603746.06		310.55		0.05
			3	536156.30	5603746.06		314.55		4.05
			4	536159.88	5603747.84		314.55		4.05
			5	536159.88	5603747.84		310.55		0.05

FLQi044	Bezeichnung	LKW Abkippen		Wirkradius /m					99999.00
	Gruppe	Antrag 2022		D0					0.00
	Knotenzahl	7		Hohe Quelle					Nein
	Länge /m	77.27		Emission ist					Schallleistungspegel (Lw)
	Länge /m (2D)	77.27		Emi.Vari	Emission	Dämmun	Zuschlag	Lw	Lw"
	Fläche /m²	270.15			dB(A)	dB	dB	dB(A)	dB(A)
				Tag	97.00	12.00	3.00	88.00	63.68
				Nacht	-99.00	-	-	-99.00	
	Geometrie		Nr	x/m	y/m		z(abs) /m		! z(rel) /m
		Knoten:	1	536203.74	5603831.52		312.00		2.00
			2	536212.67	5603818.05		312.00		2.00
			3	536204.62	5603813.07		312.05		2.00
			4	536200.81	5603818.63		312.00		2.00
			5	536189.25	5603811.61		312.00		2.00
			6	536184.70	5603818.74		312.00		2.00
			7	536203.74	5603831.52		312.00		2.00

14 Anlagensicherheit

14.1 Anlagensicherheit

Alle einschlägigen Vorschriften und Normen nach VDI, VDE, DIN, DVGW, VSG (UW), usw. werden nach Aussage des Lieferanten beim genannten Anlagentypen berücksichtigt. Die Anlagen besitzen alle sicherheitstechnisch notwendigen Komponenten.

Für mögliche Störungen sind die erforderlichen Vorkehrungen getroffen.

Die sonstigen sicherheitstechnischen Vorkehrungen werden durch das beantragte Vorhaben nicht verändert.

Steuerung und Regelung des Drehofens erfolgen in einer Leitwarte. Bei Störungen wird der Brennprozess automatisch unterbrochen (wobei die Versorgung mit Sekundärbrennstoffen zuerst abgeschaltet wird) und der Fehler in der Leitwarte akustisch und optisch gemeldet.

Eine Mitverbrennung von Sekundärbrennstoffen erfolgt nur bei einem konstanten Ofengang (kein Anfahr- oder Abfahrbetrieb). Eine Verriegelung in der Prozesssteuerung stellt sicher, dass die Sekundärbrennstoff-Aufgabe erst zugeschaltet werden kann (zeitlich verzögert), wenn die Dosierung des Kohlenstaubs eingeschaltet ist und alle prozesstechnischen Voraussetzungen vorliegen, d. h. insbesondere die Mindesttemperatur von 850 °C bei einer Verweilzeit von 2 Sekunden eingehalten wird.

Die Siloanlagen und die zugehörigen Fördereinrichtungen sind komplett geschlossen. Die gereinigte Abluft aus dem Siloaufsatzfiltern wird nicht in die Atmosphäre abgegeben, sondern als Verbrennungsluft in den Drehofen eingeleitet. Im Normalbetrieb kann somit kein Sekundärbrennstoff freigesetzt werden.

Für mögliche Störungen sind die erforderlichen Vorkehrungen getroffen. Falls während des Befüllens des Silos der Schlauch zwischen Silofahrzeug und Silo reißt, wird die Förderung vom Fahrer sofort unterbrochen, so dass nur geringe Mengen Sekundärbrennstoff freigesetzt werden können. Das freigesetzte Material wird umgehend mit einer vorhandenen mobilen Absauganlage abgesaugt und anschließend dem Brenner zugeführt. Sollte dennoch z. B. Tiermehl austreten, wird

das Material mittels einer mobilen Absauganlage von einem Fachunternehmen fachgerecht entsorgt.

Damit ist sichergestellt, dass sowohl im Normalbetrieb als auch bei Störungen keine Belästigungen oder Gefährdungen der Mitarbeiter und der Nachbarschaft sowie der Allgemeinheit auftreten.

Die HGF-SCR, die Kreislaufentlastung und die Walkingfloorandockstation werden nach aktuell geltenden arbeitsschutzrelevanten Vorschriften, u.a. Arbeitsschutzgesetz, DGUV Vorschrift 1, hinsichtlich Zusammenarbeit mehrerer Arbeitgeber, geliefert, errichtet und montiert.

Im Rahmen der Inbetriebnahme der Anlagen werden-auf Grundlage technischer-/kaufmännischer Einkaufsbedingungen- die vollständige CE-Dokumentation der Gesamtanlage eingefordert bzw. seitens Anlagenhersteller an ZKW übergeben.

Für den Zeitpunkt der Anlagenübergabe Hersteller und Betreiber wird seitens Anlagenbetreiber ZKW eine Gefährdungsbeurteilung erstellt bzw. für alle relevanten Anlagen-/Betriebsmodis vorhanden sein, die den jederzeit sicheren Betrieb der Anlage abbildet. Dabei werden alle Gefährdungen erfasst, beurteilt und dokumentiert, die im Vorfeld der finalen Beurteilung vorhanden-/wirksam sein können. Für die jeweiligen Gefährdungsfaktoren werden die entsprechenden Maßnahmen nach dem S-T-O-P-P-Prinzip (substituieren-technisch-organisatorisch-PSA-persönliches Verhalten) festgelegt und umgesetzt. Diese Maßnahmen berücksichtigen vorerst den Zeitraum der Anlagen-/Betriebsphase Inbetriebnahme – Übergabe (Schnittstelle im Sinne der Maschinenverordnung-Betriebssicherheitsverordnung) und zielen insbesondere auf das gefahrlose, sichere Betreiben der Anlage bis zur 100%-Inbetriebnahme ab.

Parallel zu diesem Zeitraum wird die Gefährdungsbeurteilung überprüft und auf fehlende Gefährdungen hin beurteilt. Mit den Erkenntnissen des „laufenden Anlagenbetriebes“ wird die Gefährdungsbeurteilung aktualisiert und dahingehend final bearbeitet, dass alle S-T-O-P-P-Maßnahmen in ihrer Umsetzung wirksam werden und den Schutz aller hier beauftragten Beschäftigten sicherstellen.

Im Rahmen der organisatorischen Maßnahmen werden u.a. Betriebs-/Arbeits-/Verfahrensanweisungen erstellt, die für den jederzeit sicheren und gefahrlosen Regelbetrieb der Anlage gültig sind.

Alle beauftragten Beschäftigten werden in den Anlagenbetrieb in erforderlicher Tiefe eingewiesen, geschult und ausgebildet. Das technische Anlagenpersonal ist damit u.a. für das bestimmungsgemäße Betreiben der Anlage ausreichend qualifiziert und geeignet.

14.2 Umgang mit Gefahrstoffen

14.2.1 Einstufung in eine Schutzstufe gemäß der Gefahrstoffverordnung

Für den Umgang mit Gefahrstoffen existiert ebenfalls eine Gefährdungsbeurteilung, in der alle betrieblich vorhandenen Gefahrstoffe im Sinne der Gefahrstoffverordnung auf ihre Gefährdungen hin beurteilt wurden. Dementsprechend sind alle Gefahrstoffe in einem Gefahrstoffkataster zusammengefasst worden und zu jedem separaten Gefahrstoff liegt eine Gefahrstoffbetriebsanweisung vor. Die Beschäftigten, die im betrieblichen Alltag mit Gefahrstoffen umgehen, erhalten eine Einweisung vor dem Umgang mit diesen Stoffen und werden regelmäßig (1xJahr) unterwiesen. Es werden keine zusätzlichen Gefahrstoffe beantragt.

14.2.2 Gefährliche chemische Reaktionen

Bei den hier beschriebenen Verfahren sind keine gefährlichen (z. B. stark exotherme) chemische Reaktionen zu erwarten.

14.2.3 Umsetzung der Betriebssicherheitsverordnung

Beim Umgang mit Stoffen, die mit Luft eine explosionsfähige Atmosphäre bilden können, ergeben sich durch das Vorhaben keine Veränderungen.

14.2.4 Druckbehälter

HGF-SCR

Verwendung findet ein Druckbehälter gemäß der Druckgeräterichtlinie 2014/68/EU (DGRL) mit Sicherheitsventil und CE-Zeichen.

Die Druckluftverrohrung ist aus verzinktem oder nicht rostendem Stahl. Die Anlage unterliegt, wie in Kapitel 14.3 dargestellt, nicht der Störfall-Verordnung. Die Erstellung eines sicherheitstechnischen Konzeptes ist nicht notwendig.

Die Prüffristen des Druckbehälters setzen sich aus der Inneren und der Festigkeitsprüfung zusammen. Die innere Prüfung wird alle 5 Jahre durchgeführt, die Festigkeitsprüfung alle 10 Jahre.

14.2.5 Dampfkessel

Es sind keine genehmigungs- oder anzeigepflichtigen Dampfkessel vorhanden.

14.2.6 Sonstige prüfpflichtigen Anlagen

Die sonstigen prüfpflichtigen Anlagen, wie z. B. ortsbewegliche Elektrogeräte, Leitern und Tritte, etc. werden gemäß den gesetzlichen und untergesetzlichen Regelwerken regelmäßig geprüft.

14.2.7 Sonstige sicherheitsrelevante Angaben

Strahlenschutz

In dem hier beschriebenen Vorhaben sind keine Aspekte des Strahlenschutzes zu berücksichtigen; es werden keine radioaktiven Stoffe eingesetzt.

Gentechnik

In dem hier beschriebenen Vorhaben werden keine Verfahren im Sinne der GentechnikSicherheitsverordnung durchgeführt.

14.3 Allgemeine Betrachtung zur Einordnung der Anlage in die Störfall-Verordnung

Die Anlage unterliegt nicht der Störfall-Verordnung (12. BlmSchV), da keine im Anhang der Störfall-Verordnung genannten Stoffe bzw. Stoffe mit den im Anhang der Störfall-Verordnung genannten Gefährlichkeitsmerkmalen in relevanten Mengen gehandhabt werden. Auf das Ausfüllen der Formulare 14.1 und 14.2 wird daher verzichtet.

14.4 Sicherheitstechnisches Konzept

Die Anlage unterliegt, wie in Kapitel 14.3 dargestellt, nicht der Störfall-Verordnung. Die Erstellung eines sicherheitstechnischen Konzeptes ist nicht notwendig.

15 Arbeitsschutz

15.1 Technischer Arbeitsschutz

ZKW verfügt über eine umfassende Arbeits- und Gesundheitsschutzorganisation, wodurch der Arbeits- und Gesundheitsschutz im erforderlichen gesetzlichen Rahmen umgesetzt und erfüllt werden kann. Es liegen für alle Abläufe und Tätigkeiten umfassende Gefährdungsbeurteilungen vor; daraus resultierend sind Betriebsanweisungen in verständlicher Form für die organisatorischen-/personenbezogenen Maßnahmen für einen jederzeit sicheren Arbeits-/Tätigkeitsablauf vorhanden. Auch um auf aktuelle (technische und gesetzliche) Anforderungen-/Veränderungen zu reagieren, wird die Dokumentation stets geprüft bzw. einer erforderlichen Wirksamkeitskontrolle unterzogen.

Für den Umgang mit Gefahrstoffen existiert ebenfalls eine Gefährdungsbeurteilung, in der alle betrieblich vorhandenen Gefahrstoffe im Sinne der Gefahrstoffverordnung auf ihre Gefährdungen hin beurteilt wurden. Alle Gefahrstoffe sind in einem Gefahrstoffkataster zusammengefasst worden und zu jedem separaten Gefahrstoff liegt eine Gefahrstoffbetriebsanweisung vor. Die Beschäftigten, die im betrieblichen Alltag mit Gefahrstoffen umgehen, erhalten eine Einweisung vor dem Umgang mit diesen Stoffen und werden regelmäßig (1xJahr) unterwiesen.

Die arbeitsmedizinische und die arbeitssicherheitliche Betreuung ist vertraglich geregelt; hier arbeitet ZKW mit externen Dienstleistern zusammen.

Managementsysteme, u.a. DIN ISO 9001, DIN ISO 50001, sind auch mit dem Arbeits- und Gesundheitsschutz „verzahnt“, sodass hier Synergieeffekte optimal genutzt werden.

Vorhandene technische Anlagen und Arbeitsmittel sind CE-konform und erfüllen die Anforderungen an den Stand der Technik. Hierbei erfüllen alle technischen Anlagen und Arbeitsmittel diese Voraussetzung.

Im ZKW wird konsequent der oberste Grundsatz verfolgt, dass niemals sicherheitswidrige Arbeiten ausgeführt werden dürfen, um letztlich die Gesundheit und Unversehrtheit von Leib und Leben aller Beschäftigten zu erhalten und zu schützen.

Die Ausführung sämtlicher Maschinen- und Anlagenteile entspricht den zurzeit geltenden Unfallverhütungs- und Arbeitsschutzvorschriften sowie den anerkannten

sicherheitstechnischen und arbeitsmedizinischen Regeln. Im Übrigen werden die arbeitsschutzrechtlichen Bestimmungen, die sich aus Gesetzen, Richtlinien und sonstigen Vorschriften ergeben, beachtet und eingehalten. In einer Betriebsanweisung werden die speziellen Verhaltensanforderungen an die Beschäftigten zur Gefahrenabwendung im Normalbetrieb, bei Wartung / Instandhaltung sowie bei der Störungsbeseitigung dargestellt. Kunden und Lieferanten werden auf die, an gut sichtbarer Stelle ausgehängte Betriebsanweisung und auf deren Beachtung hingewiesen. Zur Vermeidung von gefahrenträchtigen Handlungen und Verhaltensweisen sind die Gefahrenstellen, z. B. Bandübergabestellen, mit Warnzeichen versehen. Die Beschäftigten werden regelmäßig über mögliche Gefährdungen und Verhaltensweisen unterwiesen. Zur Bedienung und Wartung sind Bedienungsbühnen, Wartungs- und Laufstege sowie Steigleitern in ausreichendem Umfang vorhanden. Die Silo- und Dosieranlagen sind komplett geschlossen, so dass Mitarbeiter im Normalbetrieb nicht mit darin lagernden Einsatzstoffen oder Produkten in Kontakt kommen. Die mit der Reinigung beauftragten Mitarbeiter erhalten Schutzhandschuhe, Einweg-Schutzanzüge, P2- oder FFP 2-Atemschutzmasken und staubdichte Schutzbrillen. Die technischen Arbeitsschutzeinrichtungen der übrigen Anlagenteile sind von der geplanten Änderung nicht betroffen.

Die Ausführung sämtlicher Anlagenteile zur Lagerung und Förderung von Sekundärbrennstoffen und Sekundärrohstoffen entsprechen den zurzeit geltenden Unfallverhütungs- und Arbeitsschutzvorschriften sowie den anerkannten sicherheitstechnischen und arbeitsmedizinischen Regeln. Die Silo- und Dosieranlagen sind komplett geschlossen, so dass Mitarbeiter im Normalbetrieb nicht mit darin gelagerten Stoffen in Kontakt kommen. Die mit der Reinigung beauftragten Mitarbeiter erhalten Schutzhandschuhe, Einweg-Schutzanzüge, P2-Atemschutzmasken und staubdichte Schutzbrillen. Der Umgang mit Tiermehl ist in der Arbeitsanweisungen PA-Z 15 und für Flugasche in der Arbeitsanweisung PA-Z 16 geregelt. Für den Umgang mit Holzspänen wird eine entsprechende Arbeitsanweisung erstellt.

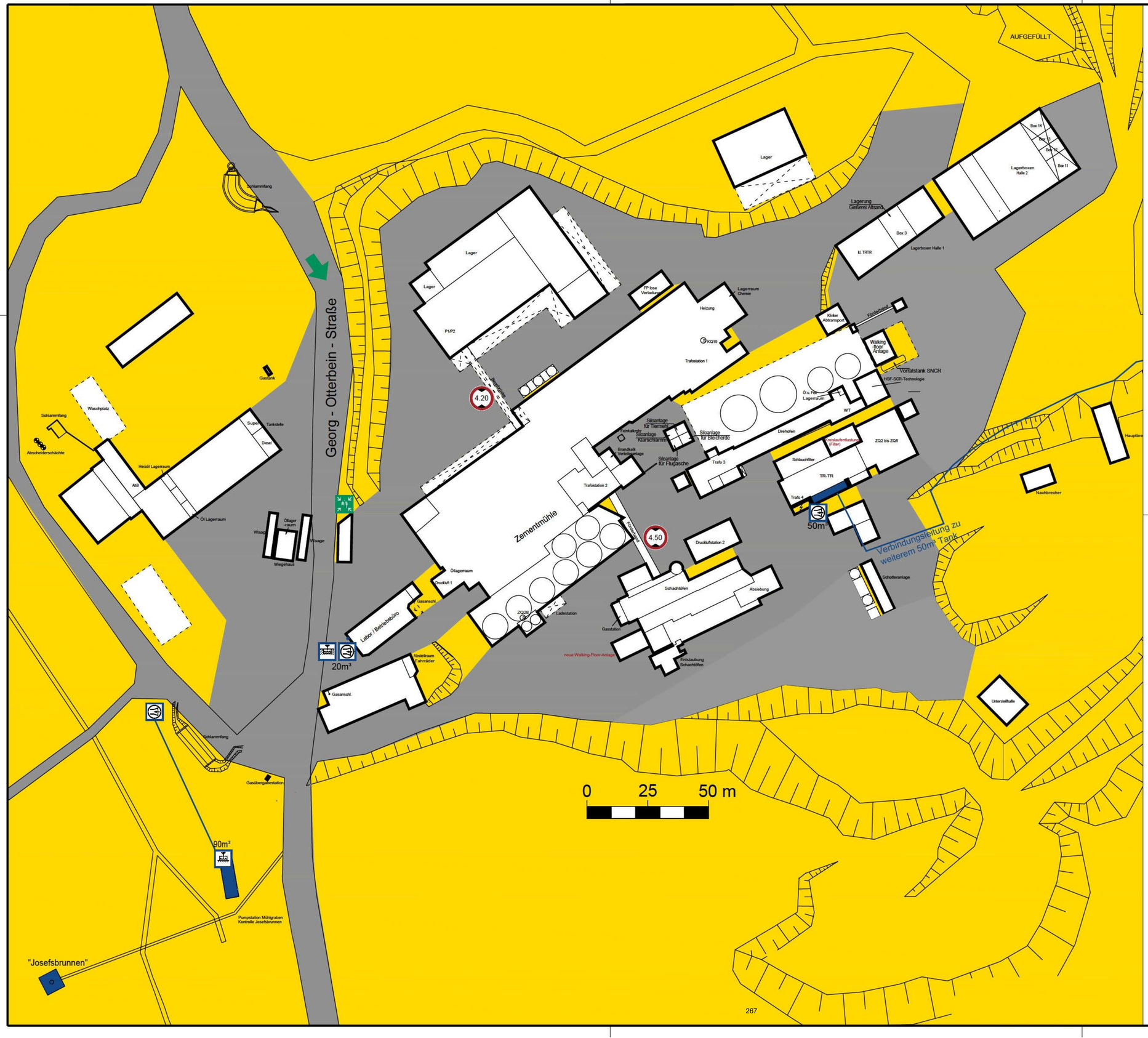
15.2 Sozialer Arbeitsschutz

Durch die beantragte Änderung erfolgt im Bereich des sozialen Arbeitsschutzes keine Veränderung. Auf Angaben im Formularsatz 15 wird daher verzichtet.

16 Brandschutz

16.1 Brandschutzkonzept

Das bestehende Brandschutzkonzept wurde aktualisiert (s. Anlage: Brandschutzkonzept Stand 17.12.2021, Neumann Krex & Partner, Ingenieurbüro für Brandschutz und Bauwesen GmbH)



NORDEN

LEGENDE:

- Nicht befahrb. Fläche/Parkplätze
- Befahrbare Fläche
- Befahrbare Schotterfläche
- Löschwasser
- Löschwasserbehälter unterirdisch
- Löschwasserbehälter überirdisch
- Saugstelle für Löschmittel
- Hauptzufahrt
- Sammelstelle
- 4.50 Durchfahrt, Höhe

Nr.	Änderungen / Ergänzungen	Datum	Name
a	1. Nachtrag: Anpassung an geänderte Mengen der Sekundärbrennstoffen	17.12.21	Kep
b			
c			
d			
e			

Neumann Krex & Partner
Ingenieurbüro für Brandschutz und Bauwesen GmbH

Enster Straße 5
59872 Meschede
Tel. 0291.20042 0
brandschutz@nk-ing.de

Hannoversche Straße 86
34266 Niestetal
Tel. 0561.7664588 0

Hohenlohestraße 23
90491 Nürnberg
Tel. 0911.5808773 0
www.nk-ing.de

BAUHERR ZKW Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG
Georg-Otterbein-Straße
36137 Großenlüder

OBJEKT Erweiterung des bestehenden Werkes in der Georg-Otterbein-Straße
36137 Großenlüder

PLAN **Brandschutzplan**
Übersichtsplan

GEZEICHNET	GEPRÜFT	MAßSTAB	
Kep	JF	1:1.000	**Dieser Plan ist nur für die Brandschutzmassnahmen gültig. Alle Vorgaben wurden aus den Architektenplänen übernommen und sind zu prüfen.**

PLAN Nr. / von	
01 / 01	Anlage zum Brandschutzkonzept 0108005-1.0 vom 29.02.2008 Stand: 17.12.2021

© Schutzvermerk ISO 16016 für Brandschutzeintragungen beachten.

Plangrundlage: Vermessungspläne (Vermessungsingenieur Hohlfeld), Stand: 2008

Neumann Krex & Partner

Ingenieurbüro für Brandschutz
und Bauwesen GmbH

Enster Straße 5
59872 Meschede
Tel. 0291.20042 0

Hermann-Scheer-Straße 4
34266 Niestetal
Tel. 0561.7664588 0
Fax 0561.7664588 99

Hohenlohestraße 23
90491 Nürnberg
Tel. 0911.5808773 0

brandschutz@nk-ing.de
www.nk-ing.de

29.02.2008

Stand: 17.12.2021

01080005-1.0

Brandschutzkonzept

gemäß Anlage 2 Pkt. 7.4 BVErl

- 1. Nachtrag -

Auftraggeber: Zement- und Kalkwerke
Otterbein GmbH & Co. KG
Hauptstraße 50
36137 Großenlüder

Auftragsinhalt: Brandschutzkonzept zur Errichtung von Silos sowie Änderungen von Lagerstoffen im Zement- und Kalkwerk Otterbein in Großenlüder.

Das Konzept umfasst 35 Seiten und 2 Anlagen.

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen der Planung 4
1.1 Anlass und Aufgabenstellung 4
1.2 Fortschreibung 6
1.3 Angewendete Vorschriften und Regelwerke 7
1.4 Verwendete Unterlagen 9
1.5 Beschreibung des Gebäudes und der Baumaßnahme 10
1.6 Gebäudedefinition 13
1.7 Gefährdungsbeurteilung 14
1.8 Bestandsschutz 14
2 Brandschutzkonzept 15
2.1 Zufahrten und Flächen für die Feuerwehr 15
2.2 Löschwasserversorgung und Hydranten 15
2.3 Löschwasser-Rückhaltung 16
2.4 Abstände und Abschottungen, Bauteile und Baustoffe 16
2.4.1 Gebäudeabschluss und Brandabschnitte 16
2.4.2 Innere Abtrennungen 16
2.4.3 Bauteile und Baustoffe 17
2.5 Rettungswege 19
2.5.1 Rettungswegsituation 19
2.5.2 Blitzschutzanlage 19
2.5.3 Sonstige Anforderungen 19
2.6 Anzahl der Nutzer 19
2.7 Haustechnische Anlagen und Leitungsanlagen 20
2.7.1 Allgemeine Anforderungen 20
2.8 Lüftungsanlagen 20
2.9 Rauch- und Wärmeabzugsanlagen 20
2.10 Alarmierungseinrichtungen 20
2.11 Geräte und Einrichtungen für die Brandbekämpfung 21
2.12 Sicherheitsstromversorgung und Funktionserhalt 21

2.12.1 Aufzugsanlagen 21
2.13 Brandmeldeanlage 22
2.14 Feuerwehrplan.....22
2.15 Betriebliche Maßnahmen zur Brandverhütung.....22
2.15.1 Prüfungen nach TPrüfVO 22
2.15.2 Brandschutzordnung.....22
2.15.3 Sonstige Maßnahmen 23
2.16 Erleichterungen, Abweichungen und ausgleichende Maßnahmen 23
3 Fazit und formaler Abschluss des Konzeptes.....24

Anlagen:

A1.) Konzept zur Löschwasser-Rückhaltung

A2.) Brandschutzplan

1 Grundlagen der Planung

1.1 Anlass und Aufgabenstellung

Die Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG in Großenlüder betreiben u.a. eine Anlage zur Herstellung von Zementklinker und Zementen.

Gesetzliche Grundlage für das Genehmigungsverfahren der Gesamtanlage bildet das

- Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG).

Für die Beurteilung des Brandschutzes ist die gesetzliche Grundlage für die Änderung baulicher Anlagen in Hessen grundsätzlich aber die

- Hessische Bauordnung (HBO) vom 28.05.2018, zuletzt geändert am 03.06.2020

mit ggf. ergänzenden oder direkt anzuwendenden Sonderbauvorschriften oder Richtlinien maßgebend.

Zum Nachweis, dass die bauordnungsrechtlichen Vorgaben bei diesem Bauvorhaben umgesetzt werden, wurde das Unterzeichnerbüro mit der Erarbeitung eines Brandschutzkonzeptes beauftragt.

Für den Betrieb der vorhandenen Brennöfen wurden bisher Braunkohlenstaub, Erdgas, Flugasche und Tiermehl als Brennstoff genutzt. Es ist nun vorgesehen zusätzliche Brennstoffe (Sekundärbrennstoffe) zum Einsatz zu bringen, damit der Betrieb der Anlage noch ökonomischer und ökologischer erfolgen kann.

Im Zuge der Änderung des Anlagekonzeptes hinsichtlich der Brennstoffversorgung werden neue Silos errichtet. Ansonsten werden die bestehenden Anlagenteile weitergenutzt.

Die aktuell geplante Reduzierung der bisher eingesetzten fossilen Brennstoffe und die damit verbundene Erhöhung von biomassenhaltigen Ersatzbrennstoffen (z.B. Tiermehl, Fluff, Holzspäne) ist Anlass für den vorliegenden 1. Nachtrag. Mit der Erhöhung der Sekundärbrennstoffrate werden bereits bestehende Silos umgenutzt sowie neue Silos sowie zusätzlich Anlagen (Walking-Floor-Anlage, HGF-SCR-Anlage) errichtet.

Gegenstand des Brandschutzkonzeptes ist ausschließlich die brandschutztechnische Beurteilung der jetzt geplanten Anlagenteile. Alle übrigen Bereiche bleiben unverändert bestehen und müssen daher nicht mit beurteilt werden.

Das Brandschutzkonzept ist eine Bauvorlage, die als Grundlage für die bauordnungsrechtliche Genehmigung dient. Allgemeine arbeitsschutz- und versicherungsrechtliche Belange, der Explosionsschutz sowie das Gefahrstoff- und das Wasserrecht sind nicht unmittelbar Gegenstand des bauordnungsrechtlichen Genehmigungsverfahrens. Die hierzu erlassenen Gesetze und Verordnungen finden daher auch im Rahmen eines Brandschutzkonzeptes keine Berücksichtigung.
Sofern innerhalb des Konzeptes auf einzelne Teilaspekte dieser Bestimmungen Bezug genommen wird, werden diese explizit im textlichen Zusammenhang des jeweils betroffenen Abschnittes benannt.
Bestandteil dieses Brandschutzkonzeptes ist ein Brandschutzplan, in dem die wesentlichen brandschutztechnischen Maßnahmen dargestellt sind. Der Plan dient ausschließlich der Visualisierung und ist nur zusammen mit dem textlichen Teil des Brandschutzkonzeptes sowie der Eingabeplanung gültig.

1.2 Fortschreibung

Dieses Brandschutzkonzept wird bei Bedarf fortgeschrieben. Die Entwicklung dieses Dokumentes ergibt sich aus dem folgenden Revisionsverzeichnis:

Rev.	Stand	Vorgang	Änderungen / Ergänzungen
0.0	29.02.2008	Ersterstellung	bisher keine Änderungen
1.0	17.12.2021	1. Nachtrag	Anpassung an geänderte Mengen der Sekundärbrennstoffen
1.1	–	–	–

Textpassagen, die im Rahmen dieses Revisionsstandes ergänzt oder geändert wurden, sind am rechten Seitenrand mit einem Strich gekennzeichnet.

1.3 Angewendete Vorschriften und Regelwerke

Die gesetzliche Grundlage für das Genehmigungsverfahren der Gesamtanlage bildet das

- Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG).

Für die Beurteilung des Brandschutzes ist grundsätzlich aber die

- Hessische Bauordnung (HBO) vom 18.06.2002, zuletzt geändert durch Gesetz vom 28.09.2005

mit ggf. ergänzenden oder direkt anzuwendenden Sonderbauvorschriften oder Richtlinien maßgebend.

Zusätzlich zu beachten sind:

- Richtlinien über Flächen für die Feuerwehr, Fassung Juli 1998
- Verordnung über Arbeitsstätten – ArbStättV vom 12.08.2004
- DIN 4066: Hinweisschilder für die Feuerwehr, Stand Juli 1997
- DIN 14095: Feuerwehrpläne für bauliche Anlagen, Stand Mai 2007
- DIN 14096: Brandschutzordnung (Teile 1-3), Stand Januar 2000

Weiterhin wurde verwendet:

- Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz - BImSchG), Fassung 05/2013, zuletzt geändert 12/2020
- Zwölfte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (12. BImSchV: Störfall-Verordnung), Fassung 03/2017, zuletzt geändert 12/2017
- Hessische Bauordnung (HBO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 28.05.2018, zuletzt geändert am 03.06.2020,
- Bauvorlagenerlass (BVErl.) vom 02.08.2012, zuletzt geändert 06/2018,
- Hessische Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen (H-VV TB), Ausgabe 2017/1, zuletzt geändert 03/2021, insbesondere Teil A.2 „Brandschutz" und die folgenden zugehörigen Technischen Regeln gemäß der Tabelle unter Kapitel A 2.2:
  - Muster-Richtlinien über Flächen für die Feuerwehr (M-RFlFw), Fassung 02/2007, zuletzt geändert 10/2009 (⇒ A 2.2.1.1)
  - Bauaufsichtliche Anforderungen, Zuordnung der Klassen, Verwendung von Bauprodukten, Anwendung von Bauarten (Anhang 4 H-VV TB), Stand 06/2016 (⇒ A 2.2.1.2)
  - DIN 4102 Teil 4: Zusammenstellung und Anwendung klassifizierter Baustoffe, Bauteile und Sonderbauteile, Stand 05/2016 (⇒ A 2.2.1.3)

- Richtlinie zur Bemessung von Löschwasser-Rückhalteanlagen beim Lagern wassergefährdender Stoffe (Löschwasser-Rückhalte-Richtlinie - LöRüRL), Fassung 08/1992 (⇒ A 2.2.1.13)

sowie die ggf. zugehörigen Anlagen und Anhänge der H-VV TB.

- Verordnung über Anlagen zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen (AwSV), Fassung 04/2017
- Verordnung über Anlagen zur Lagerung, Abfüllung und Beförderung brennbarer Flüssigkeiten zu Lande (Verordnung über brennbare Flüssigkeiten - VbF), Fassung 12/1996, zuletzt geändert 06/2005, mit den Technischen Regeln für brennbare Flüssigkeiten, hier:
  - TRbF 20: Läger, Fassung 02/2001, zuletzt geändert 05/2002

1.4 Verwendete Unterlagen

Für die Bearbeitung des Konzeptes standen folgende Unterlagen zur Verfügung:

- Lageplan im Maßstab 1:1.250 mit Stand 2007,
- Bestandsplan im Maßstab 1:750 mit Stand Januar 2008,
- Auszug aus der Projekt- und Betriebsbeschreibung,
- Sicherheitsdatenblätter für die Stoffe „Getrockneter Klärschlamm", „Fluff", „PC-Staub" und „Tiermehl",
- Konzept zur Löschwasser-Rückhaltung vom 18.01.2008,
- Auszug aus dem aktuellen Antrag nach dem Bundes-Immissionsschutzgesetz vom 30.11.2021,
- Technische Baubeschreibung HGF-SCR vom 15.11.2021,
- Technische Baubeschreibung Kreislaufentlastung vom 22.06.2021,

- Technische Baubeschreibung Walking-Floor-Station vom 18.08.2020,
- 2. Änderungsbescheid zur wasserrechtlichen Erlaubnis vom 22.07.2016.

1.5 Beschreibung des Gebäudes und der Baumaßnahme

Im Rahmen der Herstellung von Zementklinker sind für den Betrieb des vorhandenen Drehofens Brennstoffe erforderlich, um die erforderliche Feuerungswärmeleistung zu erzielen.

Hierfür wurden bisher Braunkohlenstaub, Erdgas, Flugasche und Tiermehl sowie Sekundärbrennstoffe genutzt. Damit der Betrieb der Anlage noch ökonomischer und ökologischer erfolgen kann, plant der Auftraggeber den Einsatz von biomassenhaltigen Ersatzbrennstoffen zu erhöhen, so dass im Zuges des 1. Nachtrages eine brandschutztechnische Neubeurteilung bzgl. der geplanten Veränderung und Erhöhung von Ersatzbrennstoffen sowie die damit einhergehende Errichtung neuer Anlagen (HGF-SCR-Anlage, Anlage zur Kreislaufentlastung, Walking-Floor-Station) erfolgt.

Neben den bereits genehmigten Brennstoffen Fluff, Tiermehl und Trockenklärschlamm werden zusätzlich Holzspäne zum Einsatz kommen. Auf den Einsatz von Flugasche sowie ölverunreinigter Bleicherde wird zukünftig verzichtet.

Die nachfolgende Tabelle wurde entsprechend angepasst.

Lagerort	Stoff	Menge [kg]
Geschlossener Silo	Braunkohlenstaub	187.000
Geschlossener Silo	Tiermehl	120.000
Zwei Sattelauflieger à 23 t	Fluff	45.000
Geschlossener Silo	Trockenklärschlamm (alternativ zum Tiermehl)	189.000
Zwei Sattelauflieger à 18 t	Holzspäne (neu) (alternativ zum Fluff)	36.000
Zwei Sattelauflieger à 23 t	Fluff (neu)	45.000
Geschlossener Silo	PC-Staub (neu) (seit 2018 im Betrieb und genehmigt)	60.000

Die aufgeführten Stoffe werden jeweils getrennt voneinander gelagert. Der Braunkohlenstaub, das Tiermehl, der Trockenklärschlamm sind bzw. werden jeweils in ortsfesten Silos vorgehalten.

Der Fluff, Fluff (neu) und die Holzspäne (neu) werden in Sattelaufliegern angeliefert und direkt in den Verbrennungsvorgang eingeblasen.

Die vormals erwähnten Papierfaserfangstoffe wurden nicht genehmigt, so dass diese nicht verwendet werden.

Ferner ist zu erwähnen, dass zwischen 2008 und 2021 drei Anzeigeverfahren genehmigt wurden, die jeweils eine Nutzungsänderung von Silos ermöglichen. Relevant bleiben die Nutzung des Tiermehlsilos für den PC-Staub und die Nutzung eines Stahlsilos als Lager- und Dosieranlage ebenfalls für den PC-Staub.

Weiterhin werden die als Schüttgüter in Boxen gelagerten Sande (Hüttensand und Gießereialtsand) nicht weiter betrachtet, da es sich hierbei um rein mineralische Abfälle handelt, die nicht brennbar sind. Eine Löschwasser-Rückhaltung ist nicht erforderlich, wenn die Bauteile des Lagers aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen.
Die wird im Bestand überprüft und ggf. ertüchtigt.

Der **Fluff und die Holzspäne** werden mittels LKW mit Walking-Floor Aufliegern angeliefert. Diese Auflieger sind mit einer Fördereinrichtung ausgestattet, die selbsttätig den Fluff sowie die Holzspäne zur Dosiereinrichtung fördert.
In diesem Zusammenhang wird darauf hingewiesen, dass zwei unterschiedliche Qualitäten von Fluff zum Einsatz kommen. Die Walking-Floor-Anlagen weisen insgesamt maximal vier Auflieger auf, so dass entweder als Brennstoff Fluff und Fluff(neu) oder Fluff/Fluff (neu) und Holzspäne (neu) zum Einsatz kommen.
Der **Trockenklärschlamm** und der PC-Staub werden mit Silo-LKW angeliefert und in Silos eingeblasen.
Das **Tiermehl** der **Braunkohlestaub** werden ebenfalls mit LKW angeliefert, sie werden in bereits bestehenden Silos gelagert.

Für die Erhöhung der Ersatzbrennstoffe aus Biomasse sowie den Zielen des Umwelt- und Klimaschutzes gerecht zu werden, ist die Errichtung von neuen Anlagen erforderlich.

Da auch biomassenhaltige Ersatzbrennstoffe anteilig Chlor enthalten und damit die Anlagenverfügbarkeit negativ beeinflussen, wird für die Erhöhung von biomassenhaltigen Ersatzbrennstoffen eine Anlage zur Kreislaufentlastung (Filteranlage) errichtet. Damit erfolgt die Kontrolle des Chlorkreislaufes.

Weiterhin ist die Errichtung einer HGF-SCR-Anlage (Heißgasfilter-Selective Catalytic Reduktion-Anlage) geplant. Diese dient der prozessintegrierten Staubabscheidung im Heißgasbereich und der katalytischen Abgasreinigung zur Emissionsminderung.

Zudem wird die bestehende Walking-Floor-Station durch eine zusätzliche Anlage für die Brennstoffdosierung von Fluff und/oder Holzspäne ergänzt.

1.6 Gebäudedefinition

Gemäß § 2 Abs. 2 HBO sind bauliche Anlagen mit dem Erdboden verbundene und aus Bauprodukten hergestellte Anlagen. Gebäude hingegen sind selbstständig nutzbare, überdeckte bauliche Anlagen, die von Menschen betreten werden können und geeignet oder bestimmt sind, dem Schutz von Menschen, Tieren oder Sachen zu dienen (§ 2 Abs. 3 HBO).

Somit sind Silos sowie Sattelauflieger keine Gebäude, jedoch bauliche Anlagen. Die Hallen sind zudem als Wetterschutz für die hier gelagerte Stoffe konzipiert und haben großflächige Öffnungen unmittelbar ins Freie. Diese sind wie Gebäude der Gebäudeklasse 1 nach § 2 Abs. 4 HBO zu werten.

1.7 Gefährdungsbeurteilung

Besondere Gefahrenschwerpunkte sind nicht vorhanden.

1.8 Bestandsschutz

Es wird davon ausgegangen, dass das Gebäude genehmigungskonform errichtet worden ist bzw. dem zum Zeitpunkt der Errichtung geltendem Recht entspricht.

Sofern in diesem Konzept auf die bestehende Bausubstanz Bezug genommen wird, wird von folgenden Annahmen ausgegangen:

- Rechtskonforme Errichtung entsprechend den damals gültigen Genehmigungen, Vorschriften und Normen
- Unveränderte Nutzung entsprechend der Erstgenehmigung bzw. vormaligen Genehmigungen.
- keine wesentlichen baulichen Veränderungen an den Bestandsbauteilen.

Die Nachweispflicht obliegt grundsätzlich dem Bauherrn.

Der Bestandsschutz (abgeleitet aus Art. 14 Grundgesetz) verhindert, dass eine rechtmäßige errichtete bauliche Anlage rechtswidrig wird, auch wenn das öffentliche Recht sich später ändert und die bestehende Anlage nunmehr dem geänderten Recht widerspricht. Deshalb können Anforderungen an rechtmäßig bestehende (bestandsgeschützte) bauliche Anlagen nur unter Anwendung entsprechender Rechtsvorschriften gestellt werden.

2 Brandschutzkonzept

2.1 Zufahrten und Flächen für die Feuerwehr

Das Firmengelände ist über die Georg-Otterbein-Straße erreichbar. Die einzelnen Gebäude, Gebäude- bzw. Anlagenteile sind dann über Verkehrsflächen auf dem Firmengeländer von mindestens zwei Seiten für die Feuerwehr erreichbar.

Da die Verkehrsflächen für einen Betrieb mit schweren Baufahrzeugen ausgelegt sind, kann unterstellt werden, dass die Anforderungen an Feuerwehrzu- und -umfahrten der Richtlinien über Flächen für die Feuerwehr, eingehalten sind.

Betriebsbedingt wird sichergestellt, dass die Zu- und Umfahrten auch während des Betriebes grundsätzlich für die Feuerwehr zur Verfügung stehen.

Die feuerwehrtechnische Erschließung ist damit gesichert.

2.2 Löschwasserversorgung und Hydranten

Gemäß Auskunft der Gemeindewerke Großenlüder sind im Bereich der Zement- und Kalkwerke keine öffentlichen Wasserversorgungsanlagen vorhanden. Der nächstgelegene Hydrant befindet sich am Rand der Ortslage Großenlüder-Müs in ca. 500 m Entfernung vom Werk.

Wasser zur Brandbekämpfung steht über auf dem Firmengelände vorhandene Zisternen mit einem Volumen von 150 m³ sowie drei Regenrückhaltebecken mit insgesamt 1.327 m³ (417 m³, 110 m³, 800 m³) zur Verfügung. Saugstellen bzw. Entnahmestellen sind geplant bzw. vorhanden.

Aus der jetzt geplanten Baumaßnahme resultieren keine Änderungen hinsichtlich der erforderlichen Löschwassermenge und die Löschwasserversorgung ist somit auch weiterhin sichergestellt.

2.3 Löschwasser-Rückhaltung

Bezüglich des Erfordernisses von Löschwasser-Rückhalteeinrichtungen sei auf die Anlage 1 „Konzept zur Löschwasserrückhaltung" des Unterzeichnerbüros vom 18.01.2008, Stand 08.12.2021 (vgl. Abschnitt A1.3) verwiesen. Weitergehende Erläuterungen hierzu sind im Rahmen dieses Brandschutzkonzeptes nicht erforderlich.

2.4 Abstände und Abschottungen, Bauteile und Baustoffe

2.4.1 Gebäudeabschluss und Brandabschnitte

Gebäudeabschlusswände sowie Brandwände sind nicht vorhanden und auch nicht erforderlich. Die technischen bzw. baulichen Anlagen und Gebäude haben einen ausreichend großen Abstand zueinander.
Die zwischen den Anlagenteilen vorhandenen Rohrleitungen sowie Förderanlagen heben diese Trennung nicht auf.

2.4.2 Innere Abtrennungen

Eine brandschutztechnische Unterteilung durch Trennwände mit Anforderungen an den Feuerwiderstand ist nicht vorhandenen und gemäß § 32 Abs. 2 HBO auch nicht erforderlich.

2.4.3 Bauteile und Baustoffe

2.4.3.1 Tragende und aussteifende Bauteile sowie Decken

Bei den Silos für Braunkohlestaub, Tiermehl, Trockenklärschlamm und PC-Staub handelt es sich um bauliche Anlagen, jedoch keine Gebäude. Die Silos sind als geschlossene Systeme vollständig aus nichtbrennbaren Baustoffen erstellt. Dies ist ausreichend, zumal die Silos für Braunkohlestaub und Trockenklärschlamm mit Inertisierungseinrichtungen ausgestattet sind.

Gleiches gilt für die Sattelauflieger mit Walking-Floor-Anlage zur Lagerung von Fluff und Holzspäne sowie für die neu errichtete Heißgasfilter-Katalysatoranlage und die Anlage zur Kreislaufentlastung. Auch hier werden keine brandschutztechnischen Anforderungen gestellt.

Die vorhandenen Lagerhallen, in der u.a. der Gießereialtsand gelagert wird, sind als offener Wetterschutz mit Trapezblechdach konzipiert.

Die inneren Wände zur Unterteilung der beiden Hallen in Lagerabschnitte (Boxen) sind aus zwischen Stahlstützen eingelegten Holzbohlen, jedoch nicht raumhoch erstellt. Eine ständige Durchlüftung ist somit gegeben. Die Boxen sind zudem an mindestens einer Seite vollflächig offen.

Schon aus Gründen der Löschwasser-Rückhaltung müssen die Boxenwände aus nichtbrennbaren Baustoffen bestehen. Die vorhandenen Wände werden daher gegen solche aus nichtbrennbaren Baustoffen (z.B. Mauerwerk) ersetzt.

Brandschutztechnische Anforderungen an die Hallen (offenen Überdachungen) werden nicht gestellt, zumal auf Grund der ständigen Öffnungsflächen ausreichend Wärmeabzugsflächen zur Verfügung stehen und zudem überwiegend nichtbrennbare Materialien gelagert werden.

2.4.3.2 Dachkonstruktion

Für die Baustoffe im Dach bestehen außer der Prüfung der Dachhaut gemäß DIN 4102 Teil 7 (Widerstandsfähigkeit gegen Flugfeuer und strahlende Wärme – Harte Bedachung) keine weiteren Anforderungen. Die Anforderung ist durch die Verwendung von nichtbrennbaren Baustoffen erfüllt.

2.4.3.3 Außenwände

An die Außenwände werden gemäß § 31 HBO lediglich die Anforderungen an normalentflammbare Baustoffe formuliert. Die Außenwände bestehen aus nichtbrennbaren Baustoffen, so dass diese Anforderung hier sogar übertroffen wird.

2.4.3.4 Notwendige Flure

Entfällt.

2.4.3.5 Treppen

Die baulichen Anlagen verfügen über Treppen. Da die Treppen keine Geschosse verbinden, handelt es sich nicht um notwendige Treppen im Sinne des § 37 HBO, so dass keine Anforderungen an diese gestellt werden.

2.5 Rettungswege

2.5.1 Rettungswegsituation

Für die Silos müssen keine Rettungswege sichergestellt werden, da es sich um bauliche Anlagen ohne Aufenthaltsräume handelt.
Auch für die Hallen müssen keine Rettungswege sichergestellt werden, da keine Aufenthalts- oder Arbeitsräume in den Hallen vorhanden sind.
Die Hallen dienen als Wetterschutz und die Boxen sind an mindestens einer Seite ständig offen. Dies ist ausreichend.

2.5.2 Blitzschutzanlage

Die bauliche Anlage ist gemäß Aussage des Betreibers nicht mit einer Blitzschutzanlage ausgestattet.
Das Erfordernis einer Blitzschutzanlage wird im Rahmen einer gesonderten Fachplanung festgelegt.

2.5.3 Sonstige Anforderungen

2.5.3.1 Rettungswegkennzeichnung

Da weder die Silos noch die Hallen über Aufenthalts- oder Arbeitsräume verfügen, ist eine Kennzeichnung der Ausgänge nicht erforderlich.

2.6 Anzahl der Nutzer

Die Anzahl der Nutzer ist gemäß HBO nicht begrenzt. Aufenthalts- oder Arbeitsräume sind in bzw. auf den technischen Einrichtungen nicht vorhanden.

2.7 Haustechnische Anlagen und Leitungsanlagen

2.7.1 Allgemeine Anforderungen

Die elektrischen Anlagen werden nach den VDE-Bestimmungen erstellt, betrieben und unterhalten.

Die Betriebsräume für elektrische Anlagen, Not- bzw. Hauptschalter der elektrischen Anlagen werden entsprechend gekennzeichnet. Gleiches gilt für anderweitige Notausschalter und Absperrvorrichtungen.

2.8 Lüftungsanlagen

Eine Lüftungsanlage ist nicht vorhanden.

2.9 Rauch- und Wärmeabzugsanlagen

Rauchabzugsanlagen sind nicht erforderlich. Die Hallen sind ohnehin als offener Wetterschutz konzipiert und werden ständig durchlüftet, da die Wände zwischen den Boxen nur rund 3 m bis 4 m hoch sind, nicht unter das Dach reichen und die Boxen mindestens an der Frontseite vollflächig offen sind.

2.10 Alarmierungseinrichtungen

Eine gesonderte Alarmierungseinrichtung (ELA-Anlage) ist nicht erforderlich. Bei Fehlfunktionen der technischen Anlagen erfolgt eine Störmeldung.

2.11 Geräte und Einrichtungen für die Brandbekämpfung

Das Gelände der Zement- und Kalkwerke befindet sich im Zuständigkeitsbereich der öffentlichen Feuerwehr, eine Werkfeuerwehr ist nicht vorhanden und auch nicht erforderlich.

Grundsätzlich gibt es außer Handfeuerlöschern keine Feuerlöschanlage auf dem Firmengelände. Bei einzelnen Betriebsteilen, z.B. beim Braunkohlestaubsilo und dem Silo für Trockenklärschlamm, sind die Möglichkeiten der Feuerwehr für die Brandbekämpfung durch Inertisierungsleitungen ergänzt worden. Dies ist auch weiterhin ausreichend.

Die Standorte der Feuerlöscher werden ggf. mit Schildern nach DIN EN ISO 7010 gekennzeichnet und ständig gut zugänglich gehalten.

Die Feuerlöscher werden mindestens alle zwei Jahre von einem Fachbetrieb gewartet.

2.12 Sicherheitsstromversorgung und Funktionserhalt

Eine Sicherheitsstromversorgung ist nicht erforderlich.

Sicherheitstechnische Einrichtungen, für die ein Funktionserhalt nach MLAR nachzuweisen wäre, werden nicht installiert.

2.12.1 Aufzugsanlagen

Entfällt.

2.13 Brandmeldeanlage

Eine Brandmeldeanlage ist nicht erforderlich. Bezüglich der brandschutztechnischen Infrastruktur bestehen neben amtberechtigten Telefonen und persönlichen Handys auf dem Betriebsgelände keine weiteren Möglichkeiten einer Brandmeldung. Dies entspricht der Genehmigung zum Betrieb des Werkes und ist ausreichend.

2.14 Feuerwehrplan

Der vorhandene Feuerwehrplan wird gemäß DIN 14095 im Einvernehmen mit der für den Brandschutz zuständigen Dienststelle überarbeitet und der örtlichen Feuerwehr zur Verfügung gestellt.

2.15 Betriebliche Maßnahmen zur Brandverhütung

2.15.1 Prüfungen nach TPrüfVO

Das Bauvorhaben fällt nicht in den Anwendungsbereich der TPrüfVO.

2.15.2 Brandschutzordnung

Der Betrieb hat eine Alarmordnung zum Verhalten im Brandfall erstellt. Diese gilt auch weiterhin.

An zentralen Stellen werden Brandschutzordnungen Teil A gut sichtbar ausgehängt. Als Standorte werden vorzugsweise die Feuerlöscher gewählt.

2.15.3 Sonstige Maßnahmen

Außerdem wird eine angemessene Anzahl der Mitarbeiter bei Beginn des Arbeitsverhältnisses und danach regelmäßig in der Handhabung der Feuerlöscheinrichtungen sowie hinsichtlich weiterer Maßnahmen zur Brandverhütung und des Verhaltens im Brandfall unterwiesen.

2.16 Erleichterungen, Abweichungen und ausgleichende Maßnahmen

Abweichungen von den baurechtlichen Vorgaben wurden nicht festgestellt.

3 Fazit und formaler Abschluss des Konzeptes

Die Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG in Großenlüder betreiben eine Anlage zur Herstellung von Zementklinker und Zementen.

In diesem Brandschutzkonzept werden die Änderung des Anlagekonzeptes hinsichtlich der Brennstoffversorgung sowie die Errichtung neuer Silos und Anlagen beurteilt.

Gegen die Baumaßnahme bzw. den Weiterbetrieb der Anlage bestehen aus brandschutztechnischer Sicht keine Bedenken, wenn die im Konzept aufgeführten Maßnahmen umgesetzt werden.

Das Konzept ist nur für dieses Bauvorhaben und in dieser vorliegenden Fassung auf Grundlage des aufgeführten Planstandes und der im Abschnitt 1 genannten Grundlagen gültig. Es darf ohne die Zustimmung der zuständigen Genehmigungsbehörde nicht für die Ausführung verwendet werden. Planungsänderungen bedürfen einer neuen Beurteilung durch den Unterzeichner.

Das Konzept beinhaltet Auslegungen, die nur im Zusammenhang gültig sind. Eine Vervielfältigung oder eine Weitergabe an Dritte ist daher nur ungekürzt zulässig.

Anlage 1

zum Brandschutzkonzept

–01080005-1.0–

Stand: 17.12.2021

Konzept zur Löschwasser-Rückhaltung

gemäß Richtlinie zur Bemessung von Löschwasser-Rückhalteanlagen beim Lagern wassergefährdender Stoff (LöRüRL)

Inhalt: Konzept zur Löschwasser-Rückhaltung für die Lagerung von Sekundärbrennstoffen

A1.1 Anlass und Aufgabenstellung

Die Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG in 36137 Großenlüder betreiben eine Anlage zur Herstellung von Zementklinker und Zementen.

Im Rahmen der Herstellung dieser Baustoffe sind für den Betrieb der vorhandenen Brennöfen Brennstoffe erforderlich, um die erforderliche Feuerungswärmeleistung zu erzielen.

Hierfür wurden bisher Braunkohlenstaub, Erdgas, Flugasche und Tiermehl genutzt. Es ist nun vorgesehen, dass neben diesen Brennstoffen weitere Sekundärbrennstoffe zum Einsatz kommen, damit der Betrieb der Anlage noch ökonomischer und ökologischer erfolgen kann.

Bei den zusätzlich zur Anwendung kommenden Sekundärbrennstoffen handelt es sich um folgende Produkte:

- Fluff
- Tiermehl
- Trockenklärschlamm
- PC-Staub und
- Holzspäne.

Da es sich bei den vorgenannten Produkten teilweise um wassergefährdende Stoffe im Sinne der allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Wasserhaushaltsgesetz über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen handelt, die für die einzelnen Arbeitsgänge verwendet und auf dem Betriebsgelände gelagert werden, gilt es zu prüfen, ob die Maßnahmen zur Wasserrückhaltung im Brandfall eingehalten sind.

Aus diesem Grund wurde das Unterzeichnerbüro beauftragt diesen Nachweis zu führen. Der Nachweis erfolgt mit dem vorliegenden Konzept zur Löschwasser-Rückhaltung.

A1.2 Beurteilungsgrundlage

Grundlage zur Beurteilung der erforderlichen Maßnahmen zur Löschwasser-Rückhaltung bildet die Richtlinie zur Bemessung von Löschwasser-Rückhalteanlagen beim Lagern wassergefährdender Stoffe (LöRüRL).

Eine Anwendung der LöRüRL erfolgt grundsätzlich nur dann, wenn es sich um die Lagerung wassergefährdender Stoffe handelt.

Der Geltungsbereich ist gegeben, wenn in einem Lagerabschnitt folgende Mengenschwellen überschritten werden:

Nach Abschnitt 2.1 LöRüRL:

- Lagermenge wassergefährdende Stoffe (WGK-1/WGK-2/WGK-3): > 100 t WGK-1-Äquivalent.

Anmerkung:

Um eine Lagerung handelt es sich im Sinne der LöRüRL nicht, wenn wassergefährdende Stoffe in einem Arbeitsgang gebraucht, verbraucht, bearbeitet, ab- oder umgefüllt werden. Dabei gilt dieses grundsätzlich nur für eine erforderliche Menge an Stoffen, die den Bedarf eines Arbeitstages nicht überschreitet.

A1.3 Nachweis der Löschwasser-Rückhaltung

A1.3.1 Allgemeine Anforderungen

Öffentliche Feuerwehr/ Werkfeuerwehr

Das Gelände der Zement- und Kalkwerke GmbH & Co. KG in 36137 Großenlüder befindet sich im Zuständigkeitsbereich einer öffentlichen Feuerwehr, eine Werkfeuerwehr ist nicht vorhanden und auch nicht erforderlich.

Feuerwehrumfahrt

Die einzelnen Gebäude, Gebäude- bzw. Anlagenteile sind grundsätzlich von mindestens zwei Seiten für die Feuerwehr erreichbar. Da das Firmengelände für den Betrieb von schweren Baufahrzeugen ausgelegt ist, kann unterstellt werden, dass die Anforderungen an Feuerwehrzu- und umfahrten der Richtlinien über Flächen für die Feuerwehr, eingehalten sind. Betriebsbedingt wird sichergestellt, dass die Zu- und Umfahrten auch während des Betriebes grundsätzlich für die Feuerwehr zur Verfügung stehen.

Brandschutztechnische Infrastruktur

Bezüglich der brandschutztechnischen Infrastruktur bestehen neben amtberechtigten Telefonen und persönlichen Handys auf dem Betriebsgelände keine weiteren Möglichkeiten einer Brandmeldung. Dies entspricht der Genehmigung zum Betrieb des Werkes und ist ausreichend. Grundsätzlich gibt es außer Handfeuerlöschern keine Feuerlöschanlage auf dem Grundstück. Bei einzelnen Betriebsteilen, z.B. beim Braunkohlestaubsilo, sind die Möglichkeiten der Feuerwehr für die Brandbekämpfung ergänzt wurden (Inertisierungsleitung).

Lagerhöhen, Lagerdichten und Lagermengen

Die Angaben zu Lagerhöhen, -dichten und -mengen der für die Betrachtung der Löschwasser-Rückhaltungsmaßnahmen zu berücksichtigen Stoffe sind in Abschnitt A1.3.2 aufgeführt.

A1.3.2 Löschwasser-Rückhaltung

Für die Bestimmung des Erfordernisses einer Löschwasser-Rückhaltung wurden für dieses Konzept in Abstimmung mit den Zement- und Kalkwerke GmbH & Co. KG, Herrn Bomba, nachfolgende Angaben zur Verfügung gestellt. Zur Bestimmung der Anwendungsgrenzen der Richtlinie zur Bemessung von Löschwasser-Rückhalteanlagen beim Lagern wassergefährdender Stoffe (LöRüRL) werden die Stoffmengen auf ein WGK-1-Äquivalent umgerechnet.

Danach ergeben sich für die Lagerbox (Halle 1) bzw. die Auffangbehälter/ Silos folgende maximale Aufnahmekapazitäten nach Tabelle 1.

Das Konzept wurde nach bestem Wissen und Gewissen unter Zugrundelegung der anerkannten Regelwerke, den Regeln der Technik sowie ohne Ansehen der Person des Auftraggebers angefertigt.
Das Sachverständigenbüro haftet jedoch ausschließlich gegenüber dem Auftraggeber und im Rahmen des vom Auftraggeber genannten Zwecks.

[redacted]

Dr.-Ing. Lars Krex
Prüfingenieur für Brandschutz
Prüfsachverständiger für Brandschutz

[redacted]

M.Sc. Jessica Faust
(Aufstellerin)

Bauvorlagen stimmen mit Brandschutzkonzept überein:

_____
(Entwurfsverfasser / Bauherr)

Tabelle 1 – Lagerliste wassergefährdende Stoffe

Lagerort	Stoff	Menge [kg]	WGK
Geschlossenes Silo	Braunkohlenstaub	187.000	0
Geschlossenes Silo	Tiermehl	120.000	(1)
Zwei Sattelauflieger à 23 t	Fluff	40.000	1
Geschlossenes Silo	Trockenklärschlamm	189.000	(1)
Geschlossenes Silo	PC-Staub	60.000	0
Zwei Sattelauflieger à 18 t	Holzspäne (neu)	36.000	(1)
Zwei Sattelauflieger à 23 t	Fluff (neu)	45.000	1

Hinweis:

Die WGK-Angaben in Klammern sind im Rahmen einer Selbsteinstufung durch die Zement- und Kalkwerke von der WGK 0 auf die WGK 1 hochgestuft worden.

Die aufgeführten Stoffe sind auf dem Betriebsgelände jeweils getrennt voneinander gelagert. Der Braunkohlenstaub, das Tiermehl, der Trockenklärschlamm sowie der PC-Staub sind jeweils in ortsfesten Behältern (eigene Silos) vorgehalten.

Der Gießereialtsand wird in Boxen in Gebäuden als Schüttgut gelagert.

Der Fluff sowie die Holzspäne (neu) sind bzw. wird in Sattelaufliegern angeliefert und über diese in den Verbrennungsvorgang eingeblasen.

Braunkohlenstaub

Im Brandfall ist vorgesehen, dass der Behälter bzw. der Braunkohlenstaub durch Inertisierung, d.h. mit Kohlendioxid, gelöscht wird. Da der Behälter aus nichtbrennbaren Baustoffen besteht und im Brandfall ohne Wasser bzw. Wasserzusatz gelöscht wird, **ist gemäß Ziffer 1.4 LöRüRL keine Löschwasser-Rückhaltung erforderlich.**

Tiermehl

Gemäß Sicherheitsdatenblatt wird Tiermehl als „nicht wassergefährdend" eingestuft. Der Betreiber stuft das von ihm verwendete Produkt selbst in die WGK 1 ein.

Der ortsfeste Behälter, der für das Tiermehl vorgehalten wird, umfasst ein Fassungsvermögen von max. 120 t. Damit wird die zulässige Menge von 100 t, die keine Löschwasser-Rückhaltung vorsieht, um 20% überschritten.

Der Tagesbedarf an Tiermehl als Brennstoff, der für das Betreiben der Brenner erforderlich ist, wird mit ca. 25 t angeben. Daraus ergibt sich, dass gemäß LöRüRL von der gesamten Lagerkapazität 25 t abgezogen werden dürfen, dass es sich gemäß Ziffer 2.2 um Stoffe handelt, die sich im Produktions- bzw. Arbeitsgang (Ziffer 3.7 LöRüRL) befinden. Somit ergibt sich eine vorhandene Menge von ca. 90 – 95 t.

Hierfür ist keine Löschwasser-Rückhaltung erforderlich.

Anmerkung:

Zudem wird die zulässige Menge gemäß Ziffer 4 LöRüRL von 200 t in einem Lagerabschnitt (hier: ortsunbeweglicher Behälter) nicht überschritten.

Fluff und Fluff(neu)

Der als Fluff bezeichnete Sekundärbrennstoff wird jeweils in einem ca. 23 t fassenden Sattelauflieger mit Walking-Floor Austragssystem angeliefert und in den dafür vorgesehenen Andockstationen abgestellt. Insgesamt sind bei der bestehenden Anlage zwei Andockstationen vorhanden und für die neue Anlage zwei zweitere Andockstationen vorgesehen.
Somit sind insgesamt nicht mehr als 45 t in einem geschlossenen Behältnis (hier: Sattelauflieger) vorhanden.
Hierfür ist keine Löschwasser-Rückhaltung erforderlich.

Anmerkung:

Es handelt sich laut Angabe des Betreibers zudem um die jeweilige Tagesmenge, die zum Betreiben der Brenner genutzt wird (vgl. Ziffer 3.7 LöRüRL „Arbeitsgang").

Trockenklärschlamm

Gemäß vorliegendem Sicherheitsdatenblatt wird Trockenklärschlamm „im allgemeinen nicht wassergefährdend" eingestuft.

Für die Lagerung ist der Bau eines Silos einschließlich Inertisierungseinrichtung vorgesehen (ortsfester Behälter). Die Lagerkapazität des Behälters wird 200 t nicht überschreiten. Laut Aussage des Betreibers wird aus Sicherheitsgründen eine Befüllung von mehr als 50% betriebsbedingt nicht vorgesehen, da der Feuchtegehalt des angelieferten Sekundärbrennstoffes variieren kann.

Da es sich um ein geschlossenes System (ortsfester Behälter) und einen festen brennbaren Stoff handelt, der im an allgemeines nicht wassergefährdend eingestuft wird, kann gemäß Ziffer 7.1.2 LöRüRL ebenfalls auf eine Löschwasser-Rückhaltung verzichtet werden.

PC-Staub

Gemäß vorliegendem Sicherheitsdatenblatt wird PC-Staub „im Allgemeinen nicht wassergefährdend" eingestuft.

Der ortsfeste Behälter, der für den PC-Staub vorgehalten wird, umfasst ein Fassungsvermögen von max. 60 t. Damit wird die zulässige Menge von 100 t, die keine Löschwasser-Rückhaltung vorsieht, unterschritten.

Eine Löschwasser-Rückhaltung ist nicht erforderlich.

Holzspäne

Für die Holzspäne liegt dem Unterzeichnerbüro kein Sicherheitsdatenblatt zur Einstufung in eine Wassergefährdungsklasse vor.
Die Holzspäne werden in einem ca. 18 t fassenden Sattelauflieger mit Walking-Floor Austragssystem angeliefert und in der dafür vorgesehenen Andockstation abgestellt.
Somit sind insgesamt nicht mehr als 36 t in einem geschlossenen Behältnis (hier: Sattelauflieger) vorhanden.
Da es sich um einen festen brennbaren Stoff handelt, sind bei der angebenden Menge **keine Maßnahmen zur Löschwasserrückhaltung erforderlich.**

A1.4 Zusammenfassung des Konzepts

In dem vorliegenden Konzept wurde eine Beurteilung der erforderlichen Maßnahmen zur Löschwasser-Rückhaltung vorgenommen.
Unter Berücksichtigung der angegebenen Stoffe, deren Einstufung in die jeweilige Wassergefährdungsklasse und deren Lagerart und Lagermenge sind grundsätzlich keine Maßnahmen zur Löschwasser-Rückhaltung erforderlich, wenn die im Abschnitt A1.3 dargestellten Anforderungen zur Abtrennung einzelner Lagerabschnitte umgesetzt werden.

16.2 Ergänzung zum Blitzschutz

Hinsichtlich der Erfordernis einer Blitzschutzanlage bei der Erweiterung der vorhandenen Produktionsstätte wurde durch das *Sachverständigenbüro für Elektroanlagen JANZ* Stellung genommen. Demnach wird die Installation einer Blitzschutzanlage in Bezug auf den Genehmigungsgegenstand als nicht erforderlich eingestuft. Die Stellungnahme liegt bei.

JANZ | SACHVERSTÄNDIGENBÜRO FÜR ELEKTROANLAGEN

Vom VdS anerkannte Prüfstelle zum Prüfen elektrischer Anlagen

55129 Mainz, Carl-Zeiss-Straße 37 – Tel.: 06131 - 53076, Fax: 53079, E-Mail: buero@svb-janz.de
65205 Wiesbaden, Tempelhofer Straße 49, Tel.: 0611 – 73299690, Fax: 73299691, E-Mail: buero@svb-janz.de

Zement- und Kalkwerke OTTERBEIN
z. H. Herrn Koch
Hauptstraße 50
36137 Großenlüder-Müs

Mainz, den 23. Mai 2022

Stellungnahme zum Erfordernis einer Blitzschutzanlage bei der Erweiterung der vorhandenen Produktionsstätte auf Ihrem Betriebsgelände

Sehr geehrter Herr Koch,

bezugnehmend auf Ihre Mail, hinsichtlich dem Erfordernis einer Blitzschutzanlage bei der Erweiterung der vorhandenen Produktionsstätte auf Ihrem Betriebsgelände, möchte ich wie folgt Stellung nehmen:

1. Aus den baurechtlichen Vorgaben, gemäß Bauordnung und Sonderbauverordnungen für das Land Hessen, lässt sich das Erfordernis einer Blitzschutzanlage für Ihr Kalk- und Zementwerk nicht ableiten.

2. Ihr Bauvorhaben stellt nur eine Erweiterung der vorhandenen Produktionsstätte dar. Die jetzige Produktionsstätte besitzt keine äußere Blitzschutzanlage. Die Erweiterung der vorhandenen Produktionsstätte überragt in der Höhe die bereits vorhandenen Gebäude nicht, sondern ist wesentlich kleiner. Somit ist auch damit kein Erfordernis einer äußeren Blitzschutzanlage vorhanden.

3. In der neuen Produktionsstätte hält sich nur eine sehr begrenzte Personenzahl gleichzeitig auf, so dass auch hier eine erhöhte Gefährdung nicht gegeben ist.

4. Eine erhöhte Brandgefahr in Folge Blitzeinschlag ist für die Produktionsstätte nicht erkennbar. Dabei wird davon ausgegangen, dass sämtliche Stahl- und Metallteile mehrfach an die vorhandene Erdungsanlage und an die bereits vorhandenen Stahlkonstruktionen fachgerecht angeschlossen werden.

5. Der innere Blitzschutz ist durch den Einbau von Blitzstromableitern in den Hauptverteilungen gewährleistet.

6. Die bei einem direkten Blitzeinschlag eventuell auftretenden wirtschaftlichen Schäden sind durch das Unternehmen zu tragen. Wir empfehlen hierzu eine Rücksprache mit dem Sachversicherer.

7. Letztendlich ist das Schadenrisiko über eine Gefährdungsbeurteilung zu betrachten und durch Ihr Unternehmen fest zu legen. Auf Wunsch können wir eine Risikoanalyse gemäß DIN EN 62305-2 durchführen. Dies wäre jedoch kostenpflichtig und mit nicht geringem Aufwand verbunden.

Bei Fragen stehen wir Ihnen gerne zur Verfügung und freuen uns auf eine gute Zusammenarbeit.

Mit freundlichen Grüßen

[redacted]

.....
Dipl.-Ing. (FH) W. Schmidt

16.3 Inertisierung von Brennstoffsilos

Hinsichtlich der Inertisierung der Brennstoffsilos und dem Vorhaltungskonzept von Inertgas wird mit dem vorliegenden Genehmigungsantrag keine Änderung gegenüber des Status Quo beantragt.

Allgemein ist die Inertisierung an Brennstoffsilos ein Baustein im Rahmen des Brand- und Explosionsschutzes. Als Sicherheitsmaßnahme zur Verhinderung eines möglw. explosionsfähigen Gemisches und zur Unterbindung einer Selbstentzündung wird bei bestimmten Brennstoffen ein Inertgas im Silo oberhalb des Brennstoffpulvers eingesetzt. Das Wirkprinzip ist die Luft-Sauerstoffverdrängung durch Inertgas unterhalb der Sauerstoffgrenzkonzentration (Sauerstoffvolumenanteil).

Im Zementwerk Otterbein wird als Inertgas Kohlenstoffdioxid eingesetzt. Die Inertisierung ist bei Lagerung und Einsatz der Brennstoffe Braunkohlenstaub und Trockenklärschlamm notwendig.

Das Inertisierungskonzept am Braunkohlenstaub-Silo aus dem Genehmigungsvorgang aus dem Jahre 1982 mit dem Aktenzeichen III/2-53e621(694) wird unverändert beibehalten. Dieses Konzept wird nachfolgend kurz skizziert, Eckpunkte zur technischen Auslegung sind in dem vorgenannten Genehmigungsbescheid beschrieben:

Eine den Anforderungen des Genehmigungsbescheids entsprechende Anlage zur Lagerung und Dosierung von Inertgas ist vorhanden und wird betrieben. Die Inertisierung wird mit flüssigem CO_2 durchgeführt, welches in einem dafür vorgesehenen Tank vorgehalten wird. Das CO_2 gelangt hierbei über Steigleitungen in das Silo. Das Gebäude, in dem sich der CO_2-Tank befindet, ist mit einem CO_2-Warngerät ausgestattet, um eine erhöhte Konzentration frühzeitig erkennen zu können.

Zur Früherkennung von Schwelbränden ist eine CO-Messung im Silo installiert. Ab einem eingestellten Grenzwert wird der Leitstand alarmiert und die Inertisierung eingeleitet. Das CO_2 wird bei der Inertisierung über zwei Kupferrohrleitungen mit einer Länge von etwa 30 m in Silodach und Silotrichter geleitet.

Gemäß des Genehmigungsbescheids vom 21.10.2008 mit dem Aktenzeichen 33/Ks 53 e 621-4.12-otterbein-we ist das Silo für Trockenklärschlamm mit einer Anlage

zur Inertisierung auszustatten. Ferner ist demnach das zur Inertisierung notwendige Inertgas auf dem Betriebsgelände vorzuhalten. Es ist weiterhin sicherzustellen, dass die Inertisierung durch den Betreiber möglich ist.

Beim künftig vorgesehenen Einsatz und der Lagerung von Trockenklärschlamm wird der vorgehend beschriebenen Nebenbestimmung nachgekommen. Die Auslegung und Ausführung der CO_2-Anlage (Vorhaltemenge, Überwachungseinrichtung) erfolgt analog zu dem genehmigten Konzept beim Braunkohlenstaub-Silo.

17 Umgang mit wassergefährdenden Stoffen

Die im Zementwerk hergestellten Klinker und Zemente sind ebenso wie die Klinker und Zemente, die künftig zugekauft werden, als schwach wassergefährdend (WGK 1) eingestuft. Damit handelt sich beim Zementwerk um eine Anlage zum Umgang mit wassergefährdenden Stoffen. Da keine Erhöhung der innerhalb des Zementwerks gehandhabten Klinker und Zemente durch den Zukauf von Klinker und Zementen (Der Zukauf soll während Produktionsstörungen erfolgen, welche die jährliche Produktion der OTTERBEIN-Anlagen mindern) erfolgt, ergeben sich keine Änderung beim Umgang mit wassergefährdenden Stoffen.

Weiterhin ist auch Harnstofflösung und Eisen(II)-sulfat schwach wassergefährdend (WGK 1). Der Umgang mit Eisen(II)-sulfat wird durch diese Genehmigung nicht verändert.

Die Harnstoffanlieferung und Lagerung wird durch die Genehmigung nicht verändert. Die Harnstofflösung wird mittels LKW zum Werk transportiert und direkt in den Vorratstank gegeben. Dieser ist doppelwandig, hat ein Fassungsvermögen von 50m^3 und ist mit einer Leckageanzeige ausgestattet. Die Anzeige wird jährlich überprüft. Den Umgang mit Harnstofflösung regelt eine entsprechende Betriebsanweisung.

Die Grundsatzanforderungen gemäß§ 17 AwSV sowie die allgemeinen Anforderungen nach §26 AwSV, insbesondere hinsichtlich Standsicherheit, Dichtheit, Widerstandsfähigkeit, Korrosionsbeständigkeit etc. der einzelnen Anlagenteile, werden eingehalten. Auf das Ausfüllen des Formularsatzes 17 wird somit verzichtet.

18 Bauantrag

Architekturbüro Alfred Lerg

Architekten - Diplom Ingenieure / AKH -VFA
Am Bornacker 12, 36367 Wartenberg, OT Landenhausen
Tel.: (06648) 1505, Fax: (06648) 3179

Architekturbüro Alfred Lerg | Am Bornacker 12 | 36367 Wartenberg

Landkreis Fulda
-Kreisbauamt-
Wörthstraße 15

36037 Fulda

Landenhausen, 2022-02-11

Bauvorhaben:	Erstellung von drei Industrieanlagen: 1. Anlage zur Abluftreinigung HGF-SCR, 2. Anlage zur Kreislaufentlastung, 3. Walking Floor Anlage mit Überdachung
Bauort:	Georg-Otterbein-Str.123, 36137 Großenlüder - Müs, Flur 8, Anlage 1 und 2 auf Flurstück 83/2, Anlage 3 auf Flurstück 81
Bauherr:	Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG, Herr Dr. Christian W. Müller, Hauptstraße 50, 36137 Großenlüder - Müs

Sehr geehrte Damen und Herren,

anbei erhalten Sie die Bauvorlagen zum o.g. Bauvorhaben. Bei der Zusammenstellung der Vorlagen sind wir davon ausgegangen, dass nach §66 HBO geprüft wird.
Für weitere Auskünfte und Rückfragen stehen wir Ihnen jederzeit gerne zur Verfügung.

Den Prüfauftrag zur Prüfung des Tragwerkes bitte ich an das Büro

Mehlhorn und Vier
Ingenieurgesellschaft mbH
NIEDERLASSUNG FULDA
Dalbergstraße 14
36037 Fulda auszustellen und an das Büro zu übersenden.

Die statischen Unterlagen werden wir direkt nach ihrer Info an das Büro Mehlhorn weiterleiten, damit eine zügige Prüfung erfolgen kann.

Mit freundlichen Grüßen

Landenhausen, 11.02.2022	[redacted]	[redacted]
Ort, Datum	Architekt: Alfred Lerg	B F

Anlagen: Bauantrag

X Zutreffendes ankreuzen

Bitte stark umrandetes Feld nicht ausfüllen!

1

☒ **Bauantrag** (§ 69 HBO [1])

☐ **Bauvoranfrage** (§ 76 HBO) konkrete Einzelfragen

☐ Sonstiges

Aktenzeichen der Bauaufsichtsbehörde

Eingangsstempel der Bauaufsichtsbehörde

Adressfeld
Landkreis Fulda
Fachdienst Bauen und Wohnen
Wörthstraße 15
36037 Fulda

2 Baugrundstück

Gemeinde, Ortsteil
Großenlüder Müs

Straße, Hausnummer
Georg- Otterbein- Str. 123

Gemarkung, Flur, Flurstücke (bitte **alle** Flurstücke angeben, ggf. zusätzliches Blatt verwenden)
Müs, Flur 8, Flst. 81 und 83/2

Eigentümer/in: Name und Anschrift (sofern abweichend von Bauherrschaft in Punkt 5)

☐ Baulasten **zugunsten** des Baugrundstückes ☐ Baulasten **zulasten** des Baugrundstückes

Aktenzeichen Baulast (ggf. Kopie beifügen)

Aktenzeichen früherer Vorgänge (z.B. Bauvoranfragen, Baugenehmigungen)

3 Bauvorhaben (nach Art und Nutzung)

Erstellung von drei Industrieanlagen. 1. Anlage zur Abluftreinigung HGF-SCR, 2. Anlage zur Kreislaufentlastung, 3. Walking Flooranlage mit Überdachung

Gebäudeklasse (GK)

GK 1 ☐ GK 2 ☐ GK 3 ☐ GK 4 ☐ GK 5 ☒ Sonderbau ☐

4 Angaben zur Gebührenermittlung

Brutto-Rauminhalt nach Nr. 7 DIN 277 6417 m³

Herstellungskosten [3] inklusive Umsatzsteuer nur bei Maßnahmen ohne Rauminhalt EUR

5 Bauherrschaft

Name, Vorname / Firma (bitte gesetzlichen Vertreter benennen)
Zement – und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG,
Herr Dr. Christian W. Müller

Telefon
06648 680

Straße, Hausnummer
Hauptstraße 50

Fax

Postleitzahl, Ort
36137 Großenlüder- Müs

E-Mail

Ich/Wir beantrage/n die Genehmigung nach Punkt 1) dieses Vordrucks. Die von dem/der Entwurfsverfasser/in unterschriebenen erforderlichen Bauvorlagen sind beigefügt. Ich bestätige, dass ich die öffentlich-rechtlichen Pflichten aus § 56 HBO übernehme. Mir ist bekannt, dass personenbezogene Daten aus diesem Antrag und den vorgelegten Bauvorlagen in Dateien der Bauaufsichtsbehörde gespeichert werden.

Bauherrschaft

08.03.[redacted]

Datum / Unterschrift

Ich/Wir werden durch Bevollmächtigte vertreten.

☐ siehe Anlage (Vollmacht)

6 Entwurfsverfasser/in

Name, Vorname
Lerg, Alfred, Freier Architekt VFA/AKH

Telefon
06648/1505

Straße, Hausnummer
Am Bornacker 12

Fax
06648/3179

Postleitzahl, Ort
36367 Wartenberg

E-Mail
alfred.lerg@architekturbuerolerg.de

☒ Der Nachweis der Bauvorlageberechtigung ist beigefügt.

Hiermit bestätige ich, dass ich die öffentlich-rechtlichen Verpflichtungen als Entwurfsverfasser/in aus § 57 HBO und Bauvorlageberechtigte/r aus § 67 HBO für das beantragte Vorhaben übernehme und dass in den beigefügten Bauvorlagen alle öffentlich-rechtlichen Anforderungen eingehalten wurden, auch wenn sie in dem beantragten Genehmigungsverfahren nicht mehr geprüft werden. Mir ist bekannt, dass personenbezogene Daten aus diesem Antrag und den vorgelegten Bauvorlagen in Dateien der Bauaufsichtsbehörde gespeichert werden.

Entwurfsverfasser/in

08[redacted]

Datum / Unterschrift

[redacted]

[1] auch für Nutzungsänderung und Abbruch
[3] nur im Ausnahmefall z. B. bei Grundstückseinrichtungen, Anlegen der Außenwerbung

Fortsetzung von Blatt 1

Hinweis:

Bei genehmigungsfreien Vorhaben nach § 63 HBO i. V. m. der Anlage zu § 63 HBO mit Freistellungsvorbehalt nach Abschnitt V Nr. 1 kann die Gemeinde verlangen, dass ein Baugenehmigungsverfahren durchgeführt werden soll. In diesen Fällen ist die Erklärung der Gemeinde beizufügen.

Erklärungen der Bauherrschaft:

☐ Das Vorhaben ist nach § 33 Abs. 1 BauGB zulässig. Ich erkenne die künftigen Festsetzungen des Bebauungsplanes an.

☒ Mit erhöhtem Baulärm ist nicht zu rechnen, eine Konzeption zur Vermeidung von Baulärm entfällt.

Bauherrschaft [redacted]
08.03.2022
Datum / Unterschrift

Wahlrecht nach § 62 Abs. 3 HBO

☐ Das Vorhaben soll im Baugenehmigungsverfahren nach § 65 HBO geprüft werden.

☒ Das Vorhaben soll im Baugenehmigungsverfahren nach § 66 HBO geprüft werden.

Zusatzerklärung (nur möglich bei Sonderbauten) zur statischen Berechnung:

Zur Beschleunigung des Baugenehmigungsverfahrens bitte ich, bereits vor Abschluss der allgemeinen bauaufsichtlichen Prüfung die bautechnischen Nachweise prüfen zu lassen. Sollten sich aus den Auflagen Änderungen des Entwurfs oder der bautechnischen Nachweise ergeben, so bin ich bereit, auch die Mehrkosten für eventuell doppelte Prüfungen zu übernehmen. Desgleichen erkläre ich mich bereit, selbst bei einer eventuellen Versagung des Bauantrages die entstandenen Kosten für die Prüfung der bautechnischen Nachweise zu erstatten.

Bauherrschaft [redacted]
08.03.2022
Datum / Unterschrift

7	Anlagen	Zutreffendes ankreuzen		Bezeichnung der Anlagen (vorzulegende Bauvorlagen und Anzahl der Ausfertigungen siehe Anlage 2 Nr.1.2 BVErl.)	Anzahl der beigefügten Ausfertigungen
		1	X	Übersichtsplan	4
		2	X	Liegenschaftsplan nach Anlage 2 Nr. 2, Tabelle 2 BVErl.	4
		3	X	Freiflächenplan	4
		4	X	Bauzeichnungen	4
		5	X	Bau- und Nutzungsbeschreibung (formlos)	4
		6	X	Nachweis der Bauvorlageberechtigung	1
		7		Stellplatznachweis (sofern eine kommunale Satzung besteht)	
		8		Abstandsflächennachweis	
		9		Darstellung der Lüftungs- und Feuerungsanlagen	
		10		Berechnung des Maßes der baulichen Nutzung	
		11	X	Berechnungen (umbauter Raum sowie falls erforderlich Flächen)	2
		12		Nachweis des vorbeugenden Brandschutzes	
		13		Antrag auf Abweichungen, Befreiungen, Ausnahmen (Vordruck BAB 10 benutzen)	
		14		Einfügungsnachweis (Grundlagen zur Beurteilung nach § 34 BauGB)	
		15	X	Statistischer Erhebungsbogen	1
		16		Konzeption zur Vermeidung von Baulärm	
		17		Nachweis der Barrierefreiheit (Planungskonzept „Barrierefreies Bauen", BAB 34 oder BAB 35)	
		18	X	Fotos vom Bestand	4
		19			
				Nur bei Sonderbauten:	
		20	X	Standsicherheitsnachweis	3
		21		Brandschutzkonzept	

ARCHITEKTURBÜRO
ALFRED LERG, VFA, AKH
Am Bornacker 12
36367 Wartenberg
Telefon 06648/1505, Fax 3179

8.3.22

NR. DER ANSICHT

7

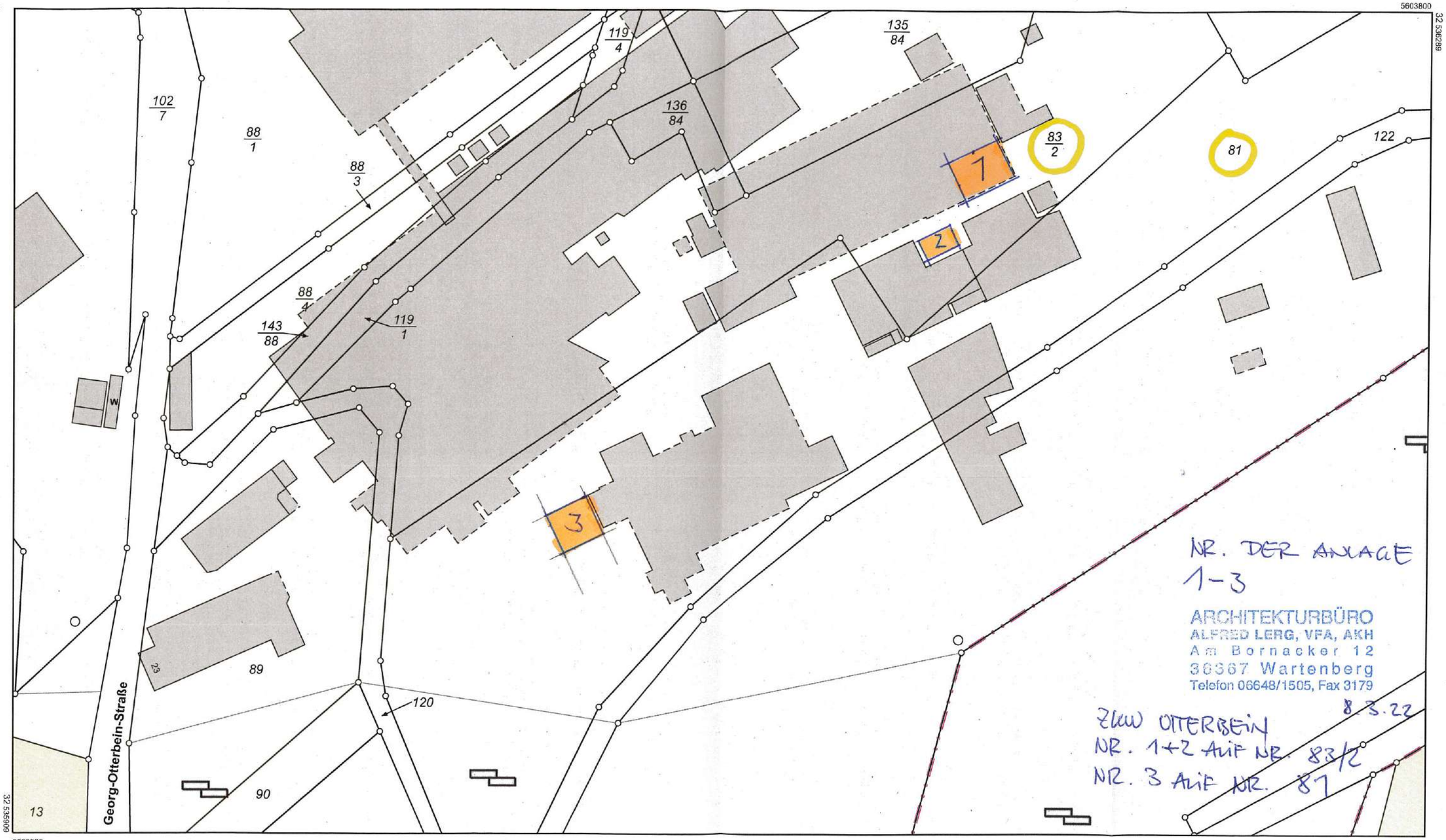
2

3

N

80 m

ÜBERSICHTSKARTE OHNE MASSTAB ZKW-OTTERBEIN



Maßstab 1:1000 0 10 20 30 Meter

Vervielfältigung nur erlaubt, soweit die Vervielfältigungsstücke demselben Nutzungszweck wie die Originalausgaben dienen.
§18 Abs. 2 des Hessischen Vermessungs- und Geoinformationsgesetzes vom 6. September 2007 (GVBl. I S. 548), zuletzt geändert durch Gesetz vom 23. Juni 2020 (GVBl. S. 430)

HESSEN

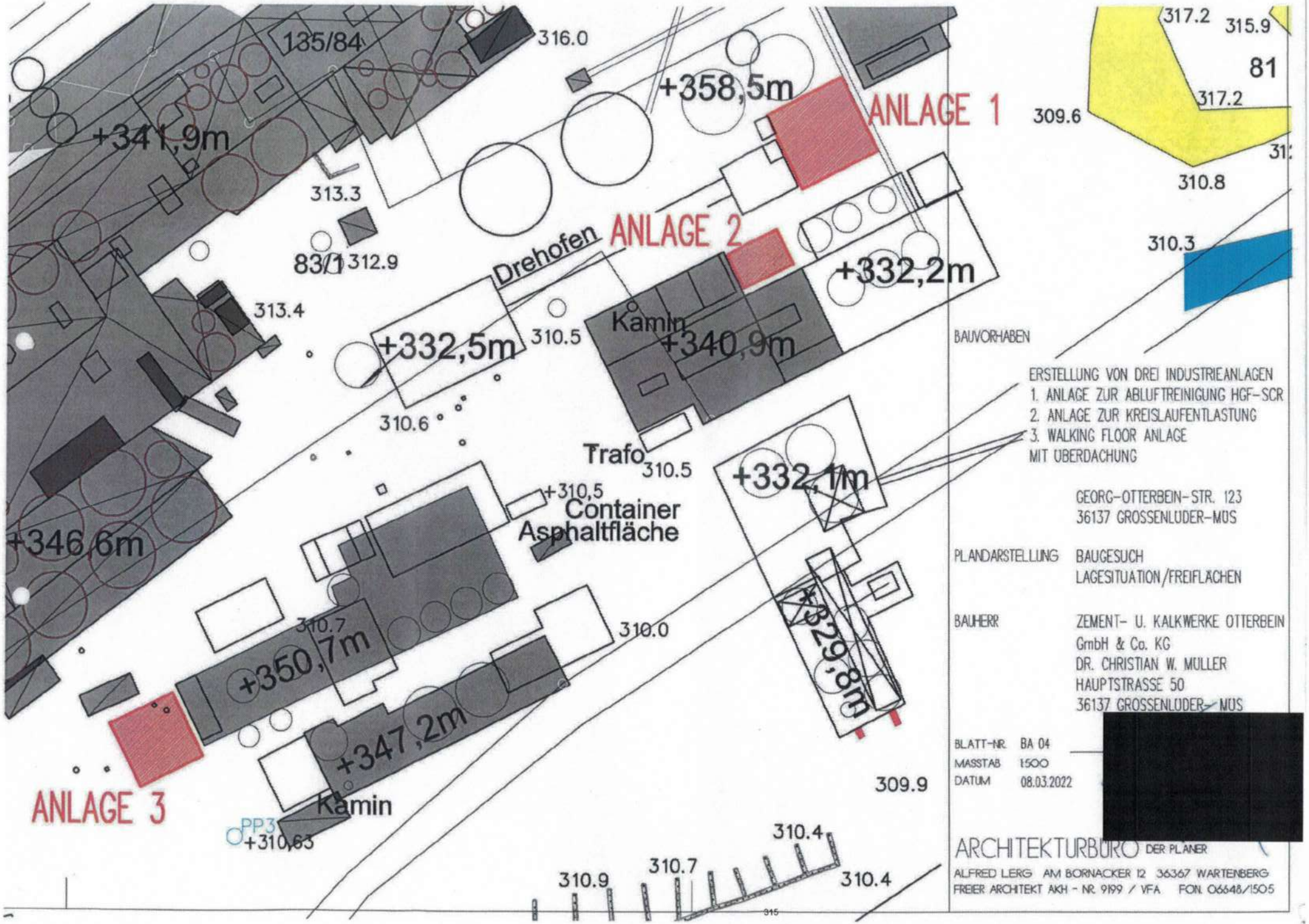
Amt für Bodenmanagement Fulda
Washingtonallee 1
36041 Fulda

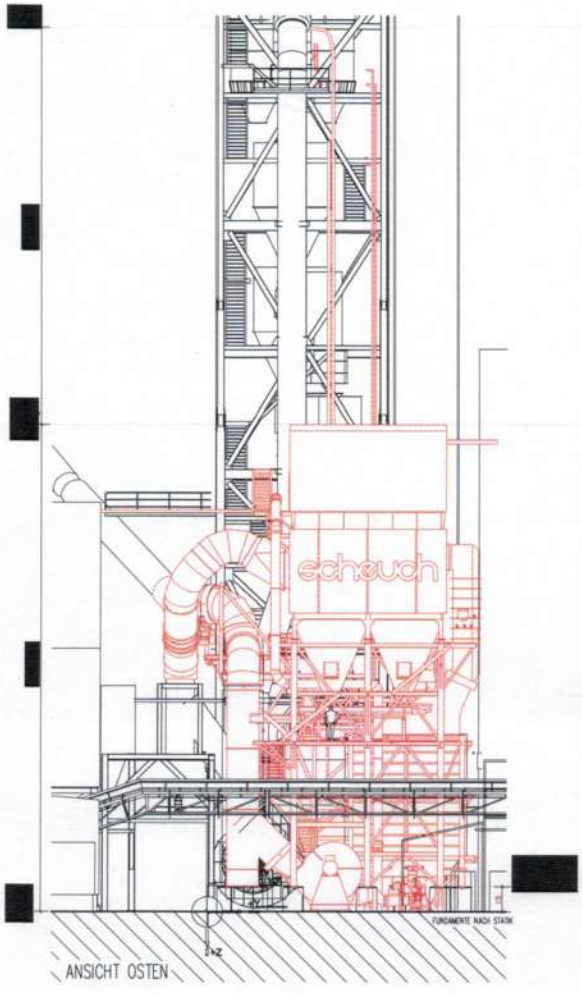
Flurstück: 81
Flur: 8
Gemarkung: Müs

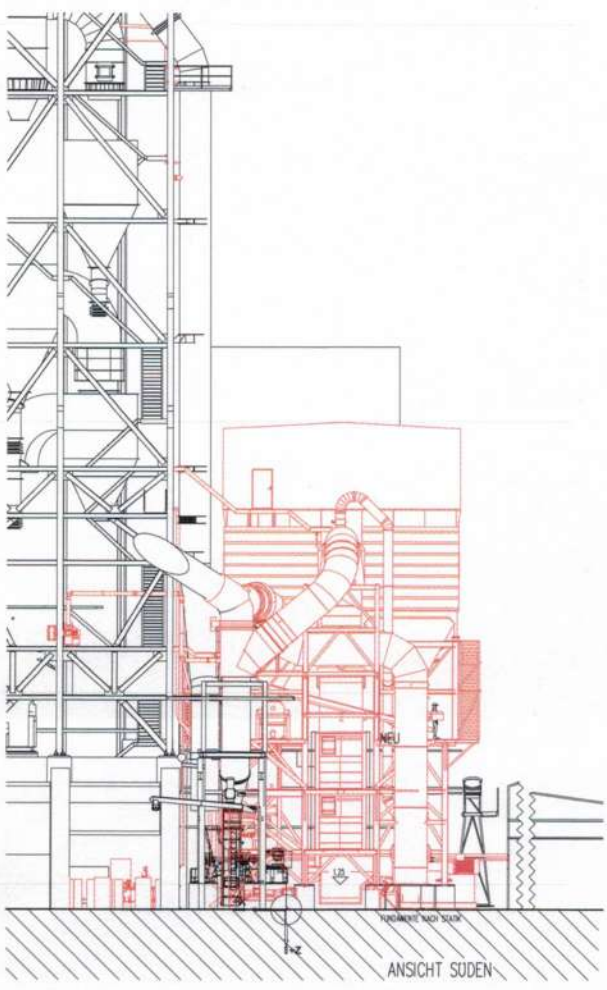
Gemeinde: Großenlüder
Kreis: Fulda
Regierungsbezirk: Kassel

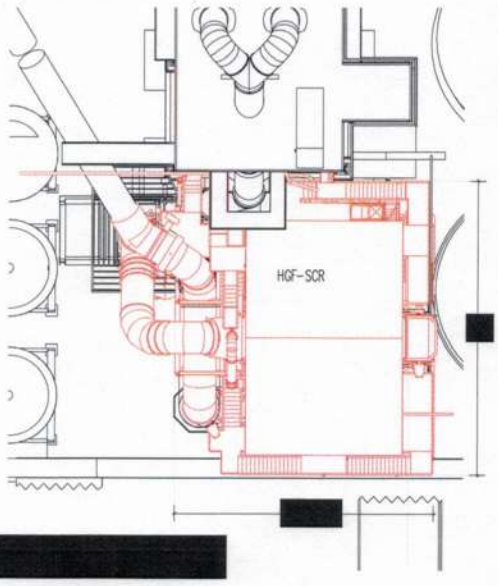
Auszug aus dem Liegenschaftskataster

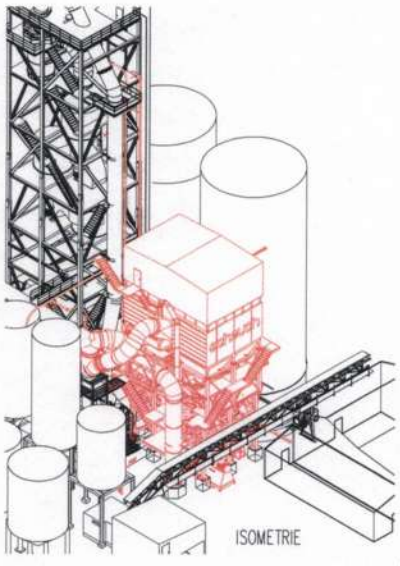
Liegenschaftskarte 1 : 1000
Hessen
Erstellt am 11.04.2021
Antrag: 200867128-1
AZ: Otterbein KZW


135/84
316.0
+358,5m
ANLAGE 1
+341,9m
313.3
83/1
312.9
Drehofen
ANLAGE 2
313.4
+332,5m
310.5
Kamin
+340,9m
+332,2m
310.6
Trafo
310.5
+332,1m
+310,5
Container
Asphaltfläche
+346,6m
310.7
+350,7m
310.0
+347,2m
+329,8m
309.9
ANLAGE 3
Kamin
PP3
+310,63
310.4
310.9
310.7
310.4
315
317.2
315.9
81
317.2
309.6
310.8
310.3
BAUVORHABEN
ERSTELLUNG VON DREI INDUSTRIEANLAGEN
1. ANLAGE ZUR ABLUFTREINIGUNG HGF-SCR
2. ANLAGE ZUR KREISLAUFENTLASTUNG
3. WALKING FLOOR ANLAGE
MIT ÜBERDACHUNG
GEORG-OTTERBEIN-STR. 123
36137 GROSSENLÜDER-MÜS
PLANDARSTELLUNG
BAUGESUCH
LAGESITUATION/FREIFLÄCHEN
BAUHERR
ZEMENT- U. KALKWERKE OTTERBEIN
GmbH & Co. KG
DR. CHRISTIAN W. MÜLLER
HAUPTSTRASSE 50
36137 GROSSENLÜDER-MÜS
BLATT-NR. BA 04
MASSTAB 1:500
DATUM 08.03.2022
[redacted]
ARCHITEKTURBÜRO DER PLANER
ALFRED LERG AM BORNACKER 12 36367 WARTENBERG
FREIER ARCHITEKT AKH - NR. 9199 / VFA FON. 06648/1505









DIE DARSTELLUNG ALLER ANSICHTEN UND DER GRUNDRISSEBENEN SIND NUR ALS BAUKÖRPERKONTUREN FÜR DIE BAUENGABEPLANUNG DARGESTELLT. DIES SIND NUR DIE GEBAUDETEILE IN UNMITTELBAREN UN- ODER ANBAUBEREICH. DIE GENAUEN ANLAGENPLÄNE WERDEN VON BEAUFTRAGTEN FACHFIRMA ERSTELLT INCL. ALLER BESCHREIBUNGEN U. BERECHNUNGEN. DIESE SIND FÜR DIE AUSFÜHRUNG ZUGRUNDE ZU LEGEN.

LEGENDE

KONK. BAUTEILE UND ANLAGEN

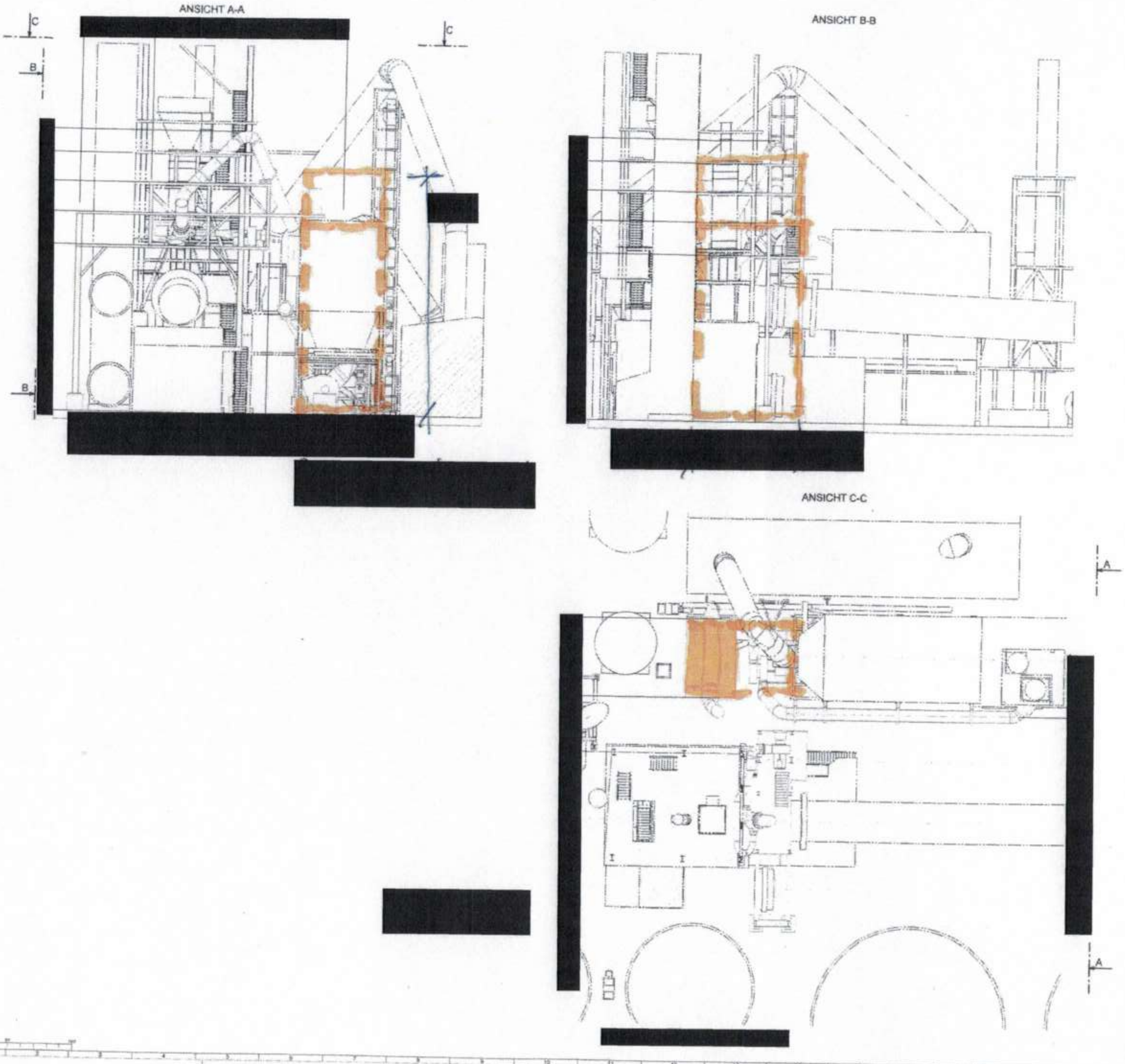
NEUE BAUTEILE UND ANLAGEN.

DIESER PLAN NUR FÜR BAUENGABE, KEIN AUSFÜHRUNGSPLAN!

	DER BAUHERR 11.01.2022	DER PLANER
BAUVORHABEN	ERSTELLUNG VON INDUSTRIEANLAGEN 1. ANLAGE ZUR ABLUFTREINIGUNG HGF-SCR 2. ANLAGE ZUR KREISLAUFFÜHRUNG, 3. WALKING FLOOR ANLAGE MIT ÜBERDACHUNG IN 36137 GROSSENLÜDER-MITT, GEORG-OTTERBEIN-STR.123	
BAUHERR	ZEMENT-U. KALKWERKE OTTERBEIN HAUPTSTR. 50, 36137 GROSSENLÜDER/MÜS	BLATT-NR. BA 02 MASSTAB 1:100 GRÖSSENART A1/A3
PLANDARSTELLUNG	VON ANLAGE 1	ANSICHTEN, ISOMETRIE

ARCHITEKTURBÜRO

ALFRED LERG AM BORNACKER 12 36367 WARTENBERG / LANDENHAUSEN
FREIER ARCHITEKT AKH – NR. 9199 / WFA FON. 06648/1505 FAX. 06648/1079



[redacted]

[redacted]

[redacted]

ARCHITEKT

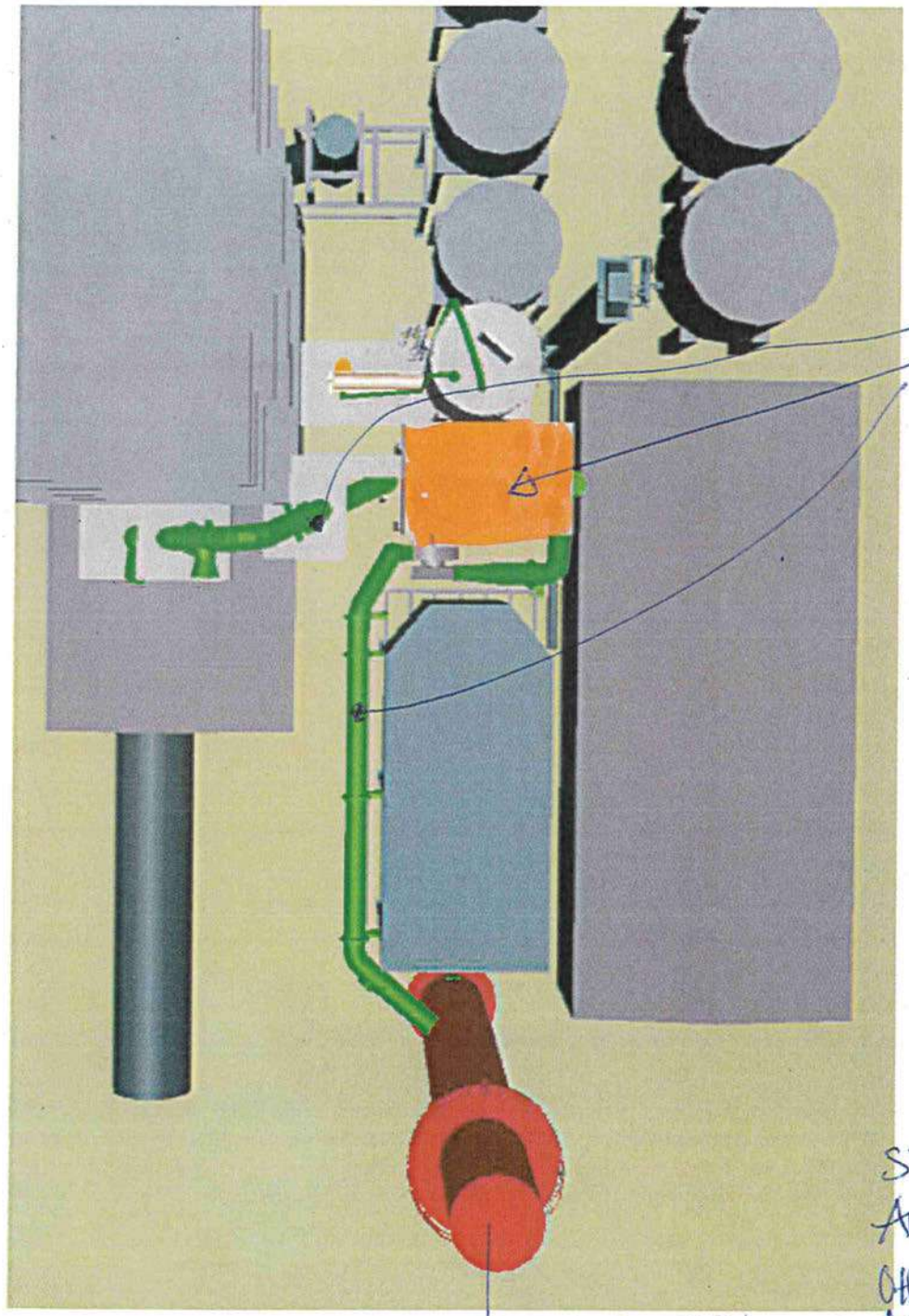
ANLAGE NR. 2
ZUR KREISLAUF-
ENTLASTUNG 8.3.22

PLAN BA 02

OHNE MASSTAB

Zement- und Kalkwerke OTTERBEIN
OTTERBEIN
000132440
BAYPASS SYSTEM
thyssenkrupp
Industrial Solutions

Gesamtaufstellung von oben II



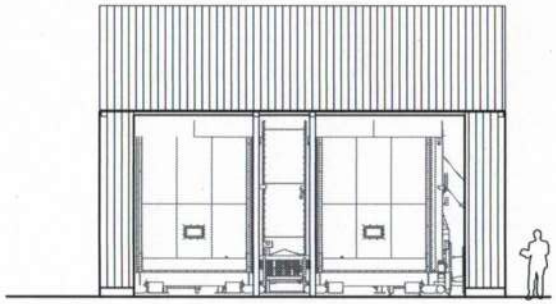
SYSTEM
AUFSICHT
OHNE
MASSTAB

ARCHITEKTURBÜRO
[illegible] LERG, VFA, AKH
[illegible]arnacker 12
[illegible] Wartenberg
Telefon 08643/1505, Fax 3179

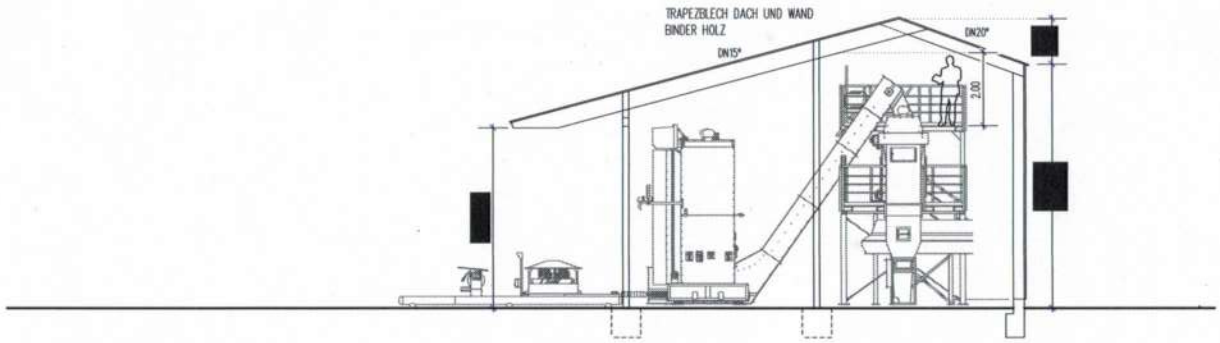
ANKAGE ZUR KREISLAUF-
ENTLASTUNG NR. 2

ZUM PLAN BA. 02

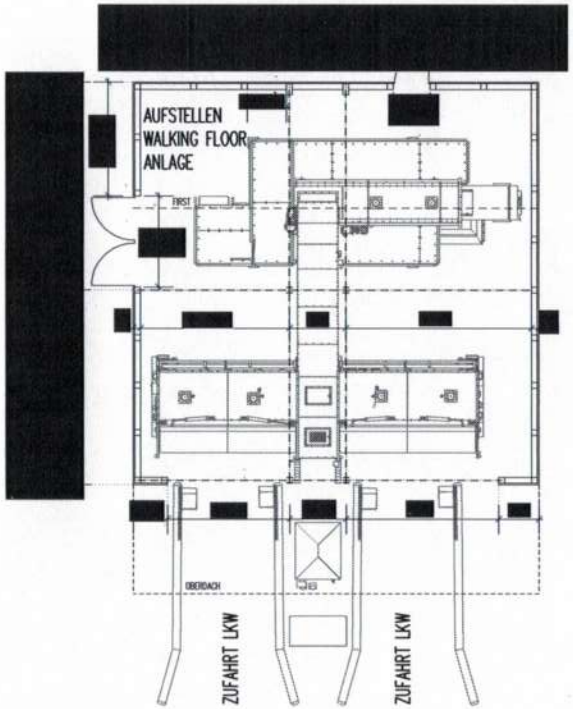
8.3.22



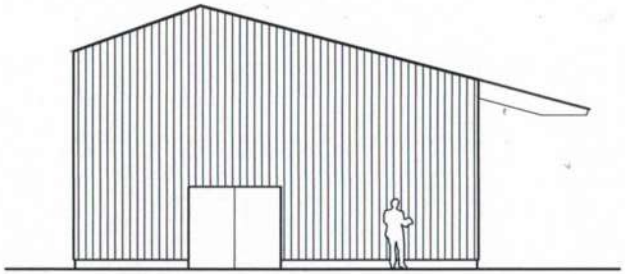
ANSICHT VON OFFENEN SEITE TRAUFE



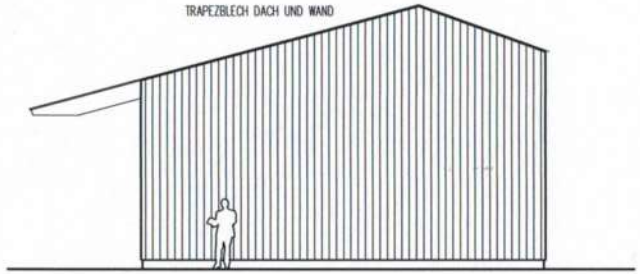
QUERSCHNITT



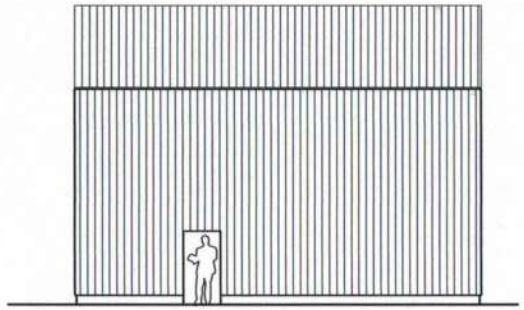
GRUNDRISS



SEITENANSICHT GIEBEL MIT TÜR



SEITENANSICHT GIEBEL GESCHLOSSEN



ANSICHT VON GESCHLOSSENER SEITE TRAUFE

DIESER PLAN NUR FÜR BAUEINGABE, KEIN AUSFÜHRUNGSPLAN!

	DER BAUHERR	08.03.2022	DER PLANER
BAUVORHABEN	ERSTELLUNG VON INDUSTRIEANLAGEN: 1. ANLAGE ZUR ABLUFTREINIGUNG HGF-SCR 2. ANLAGE ZUR KREISLAUFENTLASTUNG, 3. WALKING FLOOR ANLAGE MIT OBERDACHUNG IN 36137 GROSSENLÜDER-MÜS, GEORG-OTTERBEIN-STR.123		
BAUHERR	ZEMENT-U. KALKWERKE OTTERBEIN HAUPTSTR. 50, 36137 GROSSENLÜDER/MÜS	BLATT-NR.	BA 03
		MASSTAB	1: 100
		GEZEICHNET	A.LERG
PLANDARSTELLUNG	GRUNDRISS, ANSICHTEN, QUERSCHNITT VON ANLAGE 3		

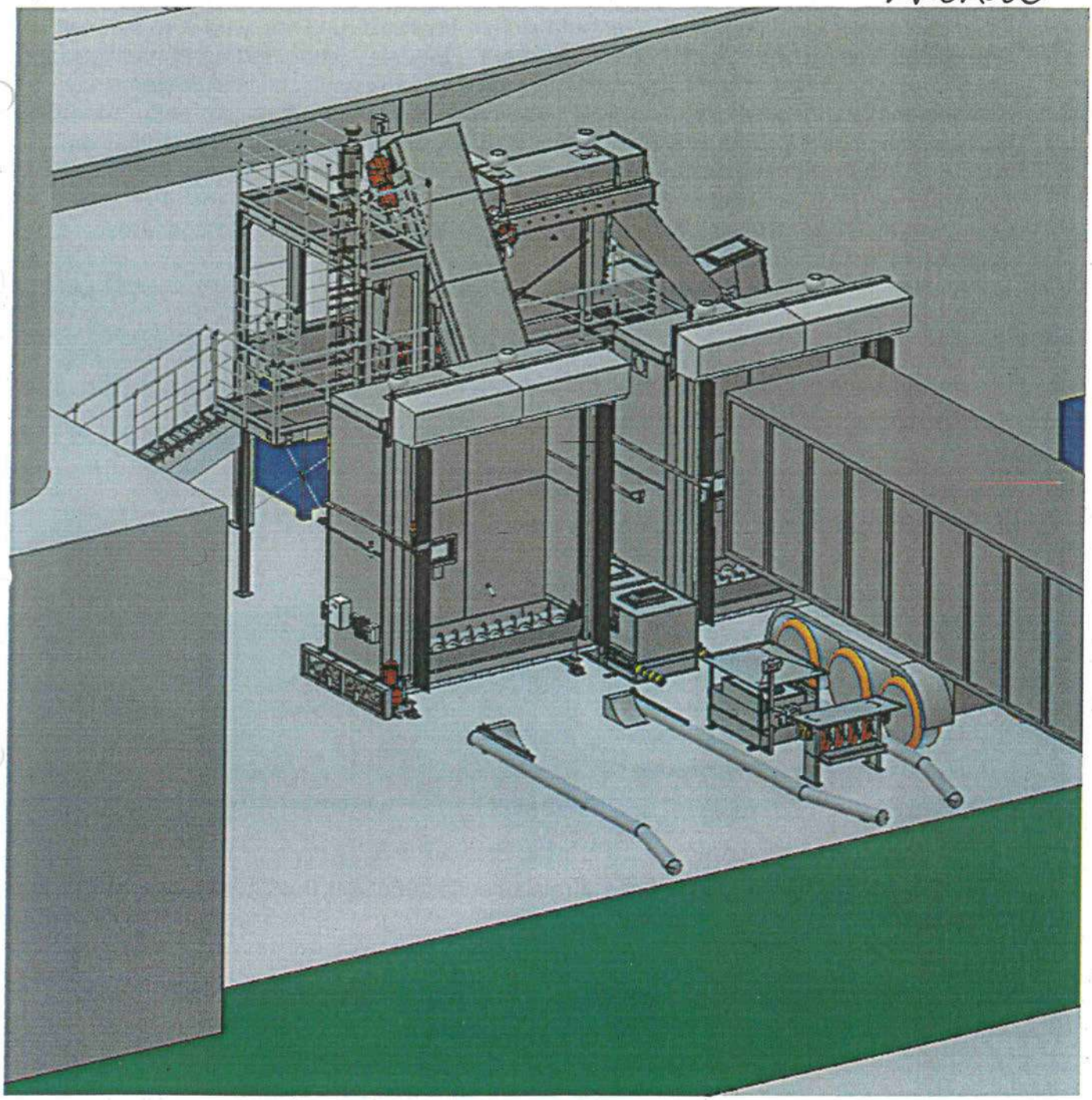
ARCHITEKTURBÜRO

ALFRED LERG AM BORNACKER 12 36367 WARTENBERG / LANDENHAUSEN

FREIER ARCHITEKT AKH - NR. 9199 / VFA FON. 06648/1505 FAX. 06648/3179

ZUM PLAN BA03

INNENGRICOATING WALKING FLOOR-ANLAGE



1 OHNE MASSSTAB

ARCHITEKTURBÜRO
ALFRED LERG, VFA, AKH
Am Bornacker 12
36367 Wartenberg
Telefon 06648/1505, Fax 3179

15.2.22

Architekturbüro Alfred Lerg

Architekten - Diplom Ingenieure / AKH -VFA
Am Bornacker 12, 36367 Wartenberg, OT Landenhausen
Tel.: (06648) 1505, Fax: (06648) 3179

Architekturbüro Alfred Lerg | Am Bornacker 12 | 36367 Wartenberg

Landkreis Fulda
-Kreisbauamt-
Wörthstraße 15

36037 Fulda

Landenhausen, 2022-02-11

Bauvorhaben:	Erstellung von drei Industrieanlagen: 1. Anlage zur Abluftreinigung HGF-SCR, 2. Anlage zur Kreislaufentlastung, 3. Walking Floor Anlage mit Überdachung
Bauort:	Georg-Otterbein-Str.123, 36137 Großenlüder - Müs, Flur 8, Anlage 1 und 2 auf Flurstück 83/2, Anlage 3 auf Flurstück 81
Bauherr:	Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG, Herr Dr. Christian W. Müller, Hauptstraße 50, 36137 Großenlüder - Müs

Allgemeine Bau-, Betriebs- und Anlagenbeschreibung zur Baueingabe für die Bauaufsicht und als Ergänzung zum BImSchG-Antrag

Allgemeines

Die Fa. Zement- und Kalkwerke Otterbein beabsichtigt drei neue Industrieanlagen zu errichten. Für diese Anlagen wird ein Antragsverfahren nach Bundesemissions-schutzgesetz durchgeführt. Diese Bauantragsunterlagen dienen als Ergänzung zum Antrag. Da alle drei Maßnahmen beim BImSchG-Antrag im Zusammenhang behandelt werden, die baulichen Standorte im Betrieb eng zusammenliegen und zeitlich zusammenhängend ausgeführt werden, sind die Maßnahmen in einem Bauantrag zusammengefasst.

Baubeschreibung der Anlagen (Alle technischen Beschreibungen sind aus dem BImSchG-Antrag entnommen)

Anlage Nr. 1 Nr. 6.3.1.2 vom BImSchG-Antrag

Anlage zur Abluftreinigung HGF-SCR

Mit diesem Vorhaben soll im Zementwerk OTTERBEIN weltweit erstmalig ein prozessintegriertes Gasreinigungs-System installiert werden, wobei sich das für die Zementindustrie neuartige Verfahren durch eine Heißgasentstaubung mittels keramischer Filterkerzen mit systemintegrierter SCR-Technologie zur Minderung der NOx- und NH_3-Emissionen auszeichnet. Das sog. Heißgasfilter-SCR-System (HGF-SCR-System) bestehend aus Filtration und Katalysator in einer technischen Einheit

erlaubt den Einsatz unmittelbar nach Zyklonvorwärmer, wodurch erhebliche Vorteile gegenüber dem Stand der Technik generiert werden. Das so gewählte Anlagendesign bewirkt hohe Verfügbarkeiten bzgl. der Emissionsreduzierung und eine signifikante Energie- und CO_2-Einsparung gegenüber dem bekannten „End of Pipe“-Low-Dust-SCR-Verfahren, welches eine Wiederaufheizung der Abgase systembedingt notwendig macht. Weiterhin führt das Vorhaben zu einer deutlich längeren Standzeit der Katalysatoren im Vergleich zur High-Dust-SCR-Technologie und somit zu einer Einsparung wertvoller Metalle und der damit verbundenen Energieaufwendungen. Mit der Technologie werden erhebliche Vorteile im Hinblick auf die Anlagenverfügbarkeit/-sicherheit sowie einer weiteren energetischen Optimierung der Produktionslinie erschlossen werden.

Die technische Funktionsweise des Vorhabens ist gekennzeichnet durch das Zusammenspiel der nachfolgend aufeinander abgestimmten Hauptkomponenten, wobei das System Heißgasfilter in konstruktiver Einheit mit dem Katalysator direkt nach Vorwärmer der Ofenanlage die wesentliche Innovation darstellt.

(1) Reduktionsmitteleindüsung
Das für die Entstickungsreaktion notwendige Reduktionsmittel wird durch die Eindüsung von 40 %-iger Harnstofflösung im Steigschacht und/oder vor der obersten Zyklonstufe des Vorwärmers zur Verfügung gestellt. Im Rohmaterial vorhandene Ammonium-Verbindungen werden ebenfalls umgesetzt, sodass die NH3-Emissionen zuverlässig reduziert werden.

- Zur Sicherstellung einer möglichst hohen Anlagenverfügbarkeit soll die Eindüsung des Harnstoffs wahlweise an der obersten Zyklonstufe und/oder im Steigschacht des Wärmetauschers erfolgen: Fahrweise „Steigschacht im Wärmetauscher“: Die Harnstoffeindüsung erfolgt über die vorhandene SNCR-PLUS-Anlage

- Fahrweise „oberste Zyklonstufe“: Die Harnstoffeindüsung erfolgt über zu errichtende Eindüslanzen. In diesem Zuge werden auch Vorrohrungen, eine Pumpstation sowie eine Leckageüberwachung neu gebaut.

- Fahrweise „Kombination“ entspricht einer gleichzeitigen Eindüsung im Bereich des Steigschachts im Wärmetauscher sowie in der obersten Zyklonstufe.

Die Lagerung des Harnstoffs erfolgt in dem bereits vorhandenen Tank.

Im Falle einer betriebsbedingten Ausfallzeit der HGF-SCR-Anlage wird die Fahrweise der heutigen SNCR-PLUS-Anlage aktiviert. In diesem Falle erfolgt die alleinige Eindüsung des Harnstoffs im Steigschacht des Wärmetauschers.

(2) Abgaskonditionierung
Für den effizienten Betrieb des Katalysators wird ein Temperaturfenster von ca. 350 °C - 400 °C angestrebt. Durch die Konditionierung der Abgastemperatur wird der Katalysator am Betriebspunkt mit der höchsten Abscheideleistung (Aktivität) betrieben und negative Effekte, die die Deaktivierungsrate verringern, können dadurch weitestgehend reduziert werden. Die Konditionierung des Abgases erfolgt durch Eindüsung von Wasser in der Fallleitung nach dem Vorwärmerturm und vor dem Ofengebläse.

(3) Heißgasfilter
Unmittelbar nach dem Ofengebläse werden die zu behandelnden Ofenabgase durch den (5) Stützventilator durch das HGF-SCR-System gesaugt, beginnend mit der vollständigen Entstaubung des Abgases durch die spezielle Heißgasfiltration. Um diesen Filter bei Temperaturen von >300 °C betreiben zu können, werden keramische Filterkerzen als Filtermedium installiert. Nach der Heißgasfiltration werden die Abgase im unmittelbaren Verbund dem Katalysator mit einem geringen Pitch-Maß zugeführt. Das Abreinigungssystem des Heißgasfilters ist für eine sehr hohe Abreinigungsleistung dimensioniert und somit kann auch bei schwierigen Staub- und Abgaseigenschaften eine funktionierende Abreinigung mit nachfolgender Entstickung gewährleistet werden. Der im HGF abgeschiedene Staub wird mittels Schnecken, Schneckenpumpe und Wiegezellen in das System zurückgeführt oder wahlweise zur Weiterverwendung zur Zementmahlanlage bzw. zu anderen Produktionsbereichen gefördert.

(4) SCR-Katalysator
Wie aus jüngsten Industrieanwendungen bestätigt, zeichnet sich ein SCR-Katalysator durch eine hohe Wirksamkeit der NOx- und NH3-Reduktion sowie eine deutliche Verminderung organischer Verbindungen (TOC) aus.
Nach der Entstaubung wird das heiße Abgas über den Wabenkatalysator geleitet. Der Einsatz eines 40 Zellers erlaubt es im Vergleich zu einer High-Dust-SCR-Anlage das Katalysatorvolumen stark zu reduzieren. Auch gegenüber der „End of Pipe“-Low-Dust-Anlage zeichnet sich der Wabenkatalysator durch ein geringeres Volumen infolge der höheren Temperatur und damit höheren Aktivität aus.
Das innovative Anlagendesign bietet zentrale Vorteile, die zu einer wesentlich effizienteren Ressourcennutzung und geringen laufenden Betriebskosten führen: Durch die vorgeschaltete Heißgasfiltration wird der Katalysator im entstaubten Reingas betrieben, wodurch die Deaktivierung des Katalysators vermindert wird. Zusätzlich erlaubt die konstruktive Anordnung von Filtration und Entstickung, dass bei Bedarf jeweils das Filtermedium oder der Katalysator gezielt ausgetauscht werden können.
Das Anlagendesign ist so gewählt, dass der Katalysator vor der Beaufschlagung mit Ofenabgas aufgeheizt bzw. beim Abfahren mit Frischluft gespült werden kann. Durch den Aufheizkreis werden Ammoniumsulfat-Ablagerungen und eine mögliche Deaktivierung, verursacht durch die Kondensation von Alkalien, verhindert.
Das Heißgasfilter-Katalysator System ist auf Abbildung 1 dargestellt.

(5) Stützventilator
Zur Überwindung des zusätzlichen Gesamt-Druckverlustes wird ein zusätzliches Gebläse installiert.
Nach Durchströmen der HGF-SCR-Anlage werden die gereinigten, heißen Abgase zur vorhandenen Anlage zur Trocknung von Rohmaterialien geleitet. Das Gas aus dem Trockner wird vor Ableiten über den Kamin in einem bestehenden Schlauchfilter entstaubt.

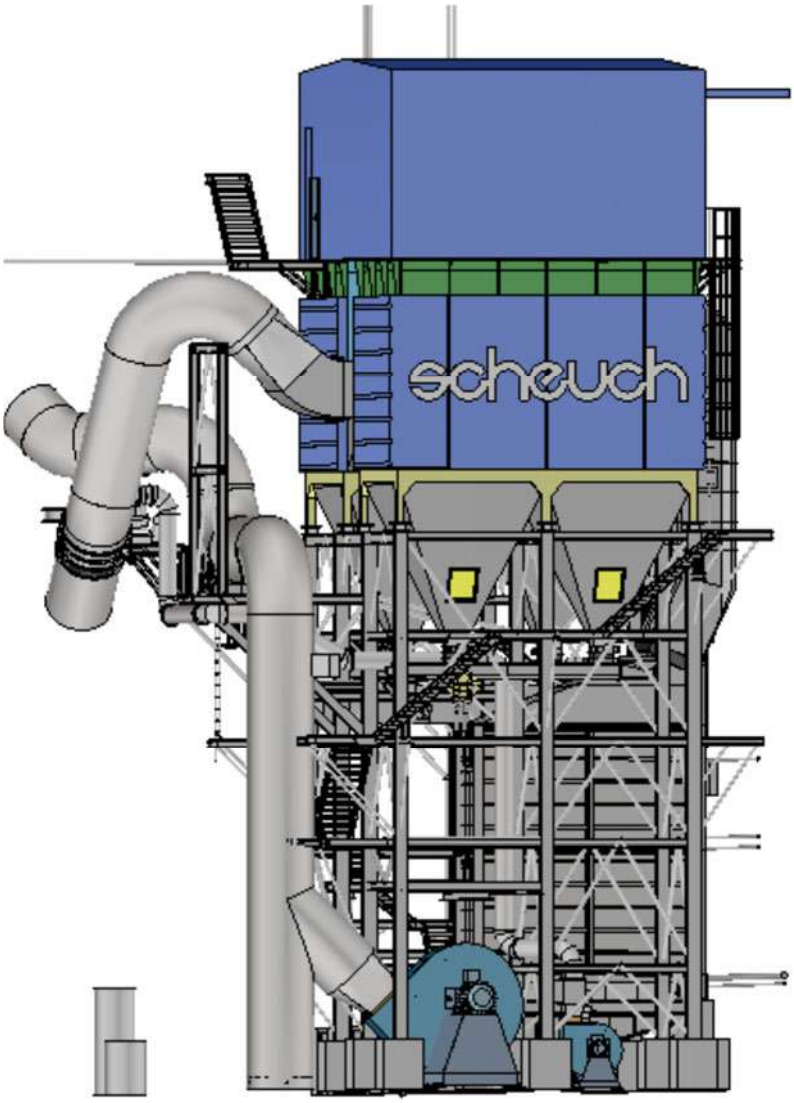


Abbildung 1: Visualisierung der HGF-SCR, Quelle: Fa. Scheuch

Im Zuge der Umbaumaßnahmen wird im vorhandenen Aufzugschacht des Wärmetauschers im Drehrohrofen ein neuer Aufzug installiert. Der bislang genutzte außenliegende Aufzug wird demontiert.

Die Lage der Anlage auf dem Gelände und deren Größe ist aus den Plänen zu entnehmen.

Anlage Nr. 2 Nr. 6.3.2.1 vom BImSchG-Antrag

Bau und Betrieb einer Anlage zur Kreislaufentlastung

Geplant ist, im Rahmen der Zementklinkerherstellung den Einsatz von sog. biomassenhaltigen Sekundärbrennstoffen (z. B. Tiermehl, Fluff) zu erhöhen, um verstärkt fossile Brennstoffe (z. B. Kohle, Gas) zu schonen und CO2-Emissionen weiter zu reduzieren. Da biomassenhaltige Sekundärbrennstoffe typischerweise anteilig Chlor enthalten, welches die Stabilität des Ofengangs sowie die Anlagenverfügbarkeit negativ beeinflusst, muss die Kreislaufführung des Chlors im Rahmen der

Zementklinkerherstellung kontrolliert werden. ZKW Otterbein plant dies durch die Errichtung einer Anlage zur Kreislaufentlastung zu erreichen. Hierbei wird ein Teilluftstrom (ca. 3-4% im Normalbetrieb) aus dem Übergangsbereich Drehrohr-Wärmetauscher abgeführt. In diesem Bereich ist das Chlor noch dampfförmig. In einer Mischkammer wird dieser Teilluftstrom dann mit Hilfe von Kühlluft zügig auf rund 200 °C abgekühlt („gequencht"). Das mitgeführte Mehl dient dabei als Kondensations- und Kristallisationsoberfläche für die dampfförmigen Chloride. In einem nachgeschalteten hochwirksamen Gewebestaubfilter wird dann der entstandene Staub (sog. „Vorwärmerkalk") vom Gas getrennt. Die genaue Regelung des Systems erfolgt auf Grundlage der Analysen der Heißmehlproben. Damit wird die Anreicherung von Chloriden (Kreislaufbildung) im Wärmetauscher begrenzt und es wird ein stabiler Ofengang ermöglicht, auch bei höherem Einsatz von biomassenhaltigen Sekundärbrennstoffen. Durch die Kontrolle des Chlorkreislaufs mittels Systems zur Kreislaufentlastung wird es für ZKW Otterbein in Zukunft möglich sein, mehr biomassenhaltige Sekundärbrennstoffe einzusetzen, ohne Änderung der quantitativen oder qualitativen Eigenschaften vom Produktionsoutput, und dadurch den Bedarf an fossiler Energie im Unternehmen stark zu reduzieren.

Das System zur Kreislaufentlastung besteht aus den folgenden Komponenten / Subsystemen:

- Eine Kombination aus Abzugshaube, Mischkammer, Gebläse, Frischluft- und Gasleitungen sowie die relevanten Klappen und Filter.
- Eine Anlage zum Staubtransport (Zellenradschleuse, Schneckenförderer, pneumatisches Fördersystem) sowie -Lagerung (Staubsilo / Verladeeinrichtung)
- Die relevante EMSR- bzw. Automatisierungstechnik

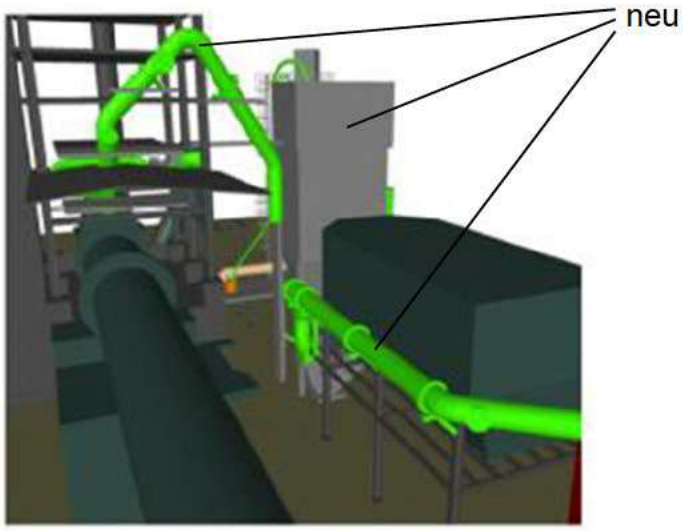


Abbildung 2 aus der Angebotsphase „Kreislaufentlastung" der Fa. ThyssenKrupp Polysius

Die Lage der Anlage auf dem Gelände und deren Größe ist aus den Plänen zu entnehmen.

Anlage Nr. 3 Nr. 6.3.2.3 vom BImSchG-Antrag

Bau und Betrieb einer Walking-Floor-Anlage

Zusätzlich zu der bereits bestehenden „Walking-Floor-Anlage“ soll eine weitere Anlage mit zwei LKW-Andockstationen erbaut werden.
Die Förderleistung soll jeweils bis zu 50 m^3/h und 5 t/h betragen.

Der Walking-Floor-Trailer dockt an die Annahmebox an. Diese ist seitlich mit elastischen Gummiabdichtungen verkleidet, wodurch der Auflieger formdicht abgeschlossen wird. Durch eine Einfahrbreite von 2,50m dichtet die elastische Gummiabdichtung ab und verhindert somit Staubaustritt.

Durch den Trogkettenförderer wird das in die Annahmebox geschobene Material in das Rohrwagensystem gebracht. Dieses ist mit dem Prozessleitsystem des Drehofens verbunden, somit kann die benötigte Menge an Sekundärbrennstoff durch die Injektorzellenradschleuse in den Hauptbrenner des Drehofens gelangen.

Die Anlage wird von drei Seiten eingehaust. Durch das dichte Anliegen des Aufliegers tritt während ordnungsgemäßen Gebrauchs kein Sekundärbrennstoff aus.

Die Anlage besteht aus:

1. LKW Walking-Floor-Andockstation für zwei Sattelauflieger
2. Doppeltes Hydraulikaggregat für den Antrieb der Walking-floor-Anlage
3. Trogkettenförderer zur Übergabe
4. Dosierbandwaage
5. Injektorzellenradschleuse
6. Hochleistungsgebläse?
7. Systemsteuerung



Abbildung 3: Beispiel einer Walking-Floor-Andockstation

Eine Überdachung (Einhausung) der Anlage ist wie in der vorhergehenden Abbildung vorgesehen. Die Ausführung erfolgt in einfacher Stahlkonstruktion mit Dach- und Wandverkleidung aus Trapezblech. Die Lage der Anlage auf dem Gelände und deren Größe ist aus den Plänen zu entnehmen.

Baurechtliches

Die geplanten Bauvorhaben stellen im Sinne der HBO eine bauliche Anlage dar. Sie ist nach §2(9)2 als Sonderbau einzustufen (bauliche Anlage mit mehr als 30m Höhe). Der Aufenthalt von Personen ist nicht vorgesehen und auch nicht möglich. Die Anlage kann nur zu Wartungs- und Kontrollzwecken von Personen begangen werden. Die Muster-Industriebaurichtlinie (MIndBauRL) ist demnach nicht zu beachten.
Die bautechnischen Nachweise aller Bauteile für Stahlbau, Gründung usw. werden erstellt und der Bauaufsicht zur Weiterleitung an einen Prüfsachverständigen übergeben.

Technisches

Die Abmessungen der baulichen Anlagen sind aus den Baueingabeplänen und den technischen Beschreibungen zu entnehmen.
Alle Bauteile sind der Baustoffklasse A1 (nicht brennbar) zugeordnet.
Besondere Gefahren, die aus Brandlasten oder dem Umgang mit Gefahrstoffen resultieren, bestehen nicht.

Schmutzwasserabfluss

Es fällt kein Schmutzwasser an.

Regenwasserabfluss

Das Regenwasser wird wie bisher in die vorh. Entwässerungsanlage eingeleitet.
Die neu zu überbauenden Flächen durch die neuen Anlagen sind bereits als Hoffläche versiegelt, sodass kein zusätzliches Wasser für den Kanal anfällt.

Landenhausen, 11.02.2022	[redacted]	[redacted]
Ort, Datum	Architekt: Alfred Lerg	Bauherr: Fa. Otterbein, Herr Dr. Christian W. Müller

architekten- und
stadtplanerkammer
hessen

AKH

2022

Bescheinigung zur Bauvorlageberechtigung

nach § 9 Abs. 1 Satz 1 Nr. 11 Hessisches Architekten- und Stadtplanergesetz (HASG) in Verbindung mit § 69 Abs. 2 Satz 3 Hessische Bauordnung (HBO)

Herr Alfred Lerg

Geburtsdatum: 25.10.1953

Geburtsort: BAD SALZSCHLIRF

Wohn-/Büroanschrift: 36367 Wartenberg, Am Bornacker 12

ist seit dem **03.09.1985** in ein Berufsverzeichnis der Architekten- und Stadtplanerkammer Hessen eingetragen und wird dort geführt unter der **Nr. 9199** als

Architekt.

Diese Bescheinigung gilt für das Jahr 2022. Sie verliert ihre Gültigkeit mit Löschung der Eintragung aus dem Berufsverzeichnis, spätestens jedoch zum 31.12.2022.

Wiesbaden, den 16.11.2021

Die Präsidentin

Architekten- und Stadtplanerkammer Hessen K.d.ö.R.

Dipl.-Ing. Brigitte Holz
Architektin, Stadtplanerin und Städtebauarchitektin

Mit Hilfe von 2D - Barcode und/oder unter https://www.portal-akh.de/dokumente/?u=wY9gmV66Smr sowie qualifizierter elektronischer Signatur können der aktuelle Eintragungsstatus und die Authentizität des Dokuments überprüft werden.

Architekten- und Stadtplanerkammer Hessen
Körperschaft des öffentlichen Rechts

Bierstadter Straße 2
65189 Wiesbaden

Telefon 0611 - 1738-0
Fax 0611 - 1738-40

www.akh.de
info@akh.de

Architekturbüro Alfred Lerg

Architekten - Diplom Ingenieure / AKH -VFA
Am Bornacker 12, 36367 Wartenberg, OT Landenhausen
Tel.: (06648) 1505, Fax: (06648) 3179

Bauvorhaben:	Erstellung von drei Industrieanlagen: 1. Anlage zur Abluftreinigung HGF-SCR, 2. Anlage zur Kreislaufentlastung, 3. Walking Floor Anlage mit Überdachung
Bauort:	Georg-Otterbein-Str.123, 36137 Großenlüder - Müs, Flur 8, Anlage 1 und 2 auf Flurstück 83/2, Anlage 3 auf Flurstück 81
Bauherr:	Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG, Herr Dr. Christian W. Müller, Hauptstraße 50, 36137 Großenlüder - Müs

Berechnung des umbauten Raumes und der Nutzflächen

Es werden nur die Flächen der neuen Bauteile bzw. Baukörper ermittelt.
Die Maße für die Flächen und Massen sind aus den Anlagen- und Architektenplänen zu ersehen.

Berechnung des umbauten Raumes

Anlage Nr. 1: Anlage zur Abluftreinigung HGF-SCR:
Hauptkörper der Anlage: 12,70m x 14,57m x 24,30m (Höhe) = 4.496 m³

Anlage Nr. 2: Bau und Betrieb einer Anlage zur Kreislaufentlastung:
Hauptkörper der Anlage: 6,25m x 9,91m x 19,80m (Höhe) = 1.226m³

Anlage Nr. 3: Bau und Betrieb einer Walking-Floor-Anlage:
Einhausung um die Anlage: 11,08m x 11,04m x 6,50m (Höhe i. M) = 795 m³

Summe Bruttorauminhalt aller drei Anlagen: = **6.417 m³**

Berechnung der Nutzflächen

Nutzflächen entstehen nur in der Halle zur Unterbringung der Walking-Floor-Anlage.

Grundfläche der Einhausung um die Anlage: 11,04m x 11,08m = 122 m²

Summe Nutzflächen aller drei Anlagen: = **122 m²**

Landenhausen, 08.03.2022	[redacted]	[redacted]
Ort, Datum	Architekt: Alfred Lerg	Bauherr: Fa. Otterbein, Herr Dr. Christian W. Müller

Hessisches Statistisches Landesamt

HESSEN
STATISTIKHESSEN

Statistik der Baugenehmigungen

Bitte lesen Sie vor dem Ausfüllen die dazugehörigen Erläuterungen.

BG

9395745
Identifikationsnummer

Füllen Sie den Fragebogen aus bei ...
... Neubau (für jedes Gebäude 1 Erhebungsbogen).
... Baumaßnahmen an einem bestehenden Gebäude.
... Änderung des Nutzungsschwerpunkts zwischen Wohnbau und Nichtwohnbau (bitte zusätzlich einen Abgangsbogen ausfüllen).

Hessisches Statistisches Landesamt
IV B2
65175 Wiesbaden

Sie erreichen uns über
Telefon: 0611 3802 475
oder: 0611 3802 433
E-Mail: bauen@statistik.hessen.de

Vom Bauamt bzw. der Gemeinde auszufüllen.

Bauscheinnummer/Aktenzeichen

	Ja	Nein
Handelt es sich um ein baugenehmigungsfreies Vorhaben gemäß HBO?	1 ☐	2 ☐

Datum der Baugenehmigung bzw. Genehmigungsfreistellung .....

1 Allgemeine Angaben 1 (*Blockschrift*)

Bauherr/Bauherrin

Name/Firma: Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG

Anschrift: Hauptstraße 50, 36137 Großenlüder-Müs

Anschrift des Baugrundstücks

Straße, Nummer: Georg-Otterbein-Straße 123

Postleitzahl, Ort: 36137 Großenlüder-Müs

Ansprechperson für Rückfragen (freiwillige Angabe)

Name (z. B. Architekt-/in, Planverfasser-/in)

Telefon und/oder E-Mail

Lage des Baugrundstücks

Kreis: Fulda

Gemeinde: Großenlüder

Gemeindeteil: Müs

2 Art der Bautätigkeit 2

Nur Neubau

Errichtung eines neuen Gebäudes – überwiegend

in konventioneller Bauart ..... 1 ☐
im Fertigteilbau (auch serielles/modulares Bauen) ..... 2 ☐

Baumaßnahme an bestehendem Gebäude ..... 3 ☒

Bei Baumaßnahmen

Bei Baumaßnahme an bestehendem Gebäude

	Ja	Nein
Ändert sich der Nutzungsschwerpunkt des Gebäudes zwischen Wohnbau und Nichtwohnbau?	1 ☐	2 ☒

Falls „Ja", bitte frühere Nutzung angeben:

	Ja	Nein
Wurde ein Abgangsbogen ausgestellt?	1 ☐	2 ☒

Bei Wiederaufbau, Ersatzbau, Wiederherstellung

In welchem Jahr wurde das Gebäude (Gebäudeteil) abgebrochen, zerstört o. Ä.? .....

	Ja	Nein
Wurde ein Abgangsbogen ausgestellt?	1 ☐	2 ☐

3 Angaben zum Gebäude 3

Bei allen Baumaßnahmen

Bauherr

Öffentlicher Bauherr .. 1 ☐

Unternehmen

Wohnungsunternehmen 2 ☐
Immobilienfonds ..... 3 ☐
Land- und Forstwirtschaft, Tierhaltung, Fischerei ..... 4 ☐
Produzierendes Gewerbe ..... 5 ☒
Handel, Kreditinstitute und Versicherungsgewerbe, Dienstleistungen sowie Verkehr und Nachrichtenübermittlung ..... 6 ☐

Privater Haushalt ..... 7 ☐

Organisation ohne Erwerbszweck ..... 8 ☐

Wohngebäude (ohne Wohnheim)
(auch Ferienhaus privat vom Eigentümer genutzt)

ohne Eigentumswohnungen ..... 1 ☐
mit Eigentumswohnungen ..... 2 ☐

Wohnheim ..... 3 ☐

Nichtwohngebäude – *Bitte Nutzungsart angeben:*

Industrieanlage

(z. B. Bankgebäude, Werkhalle, Ferienhaus zur gewerblichen Nutzung, Schule)

Nur bei Errichtung eines neuen Gebäudes

Haustyp des Wohngebäudes

Einzelhaus ..... 1 ☐
Doppelhaushälfte ..... 2 ☐
Gereihtes Haus ..... 3 ☐
Sonstiger Haustyp ..... 4 ☐

Überwiegend verwendeter Baustoff/Tragkonstruktion

Ziegel ..... 1 ☐
Kalksandstein ..... 2 ☐
Porenbeton ..... 3 ☐
Leichtbeton/Bims ..... 4 ☐
Stahl ..... 5 ☐
Stahlbeton ..... 6 ☐
Holz ..... 7 ☐
Sonstiges ..... 8 ☐

Vorwiegende Art der Beheizung

Fernheizung ..... 1 ☐
Blockheizung ..... 2 ☐
Zentralheizung ..... 3 ☐
Etagenheizung ..... 4 ☐
Einzelraumheizung ..... 5 ☐
Keine Heizung ..... 6 ☐

Nur bei Errichtung eines neuen Gebäudes

noch: 3 Angaben zum Gebäude

Verwendete Energie *(Bitte jeweils eine Position ankreuzen.)*

Heizung	Primär	Sekundär	Warmwasser-bereitung	Primär	Sekundär
Keine	00 ☐	00 ☐	Keine	00 ☐	00 ☐
Öl	02 ☐	13 ☐	Öl	02 ☐	13 ☐
Gas	03 ☐	14 ☐	Gas	03 ☐	14 ☐
Strom	04 ☐	15 ☐	Strom	04 ☐	15 ☐
Fernwärme/ Fernkälte	05 ☐	16 ☐	Fernwärme/ Fernkälte	05 ☐	16 ☐
Geothermie	06 ☐	17 ☐	Geothermie	06 ☐	17 ☐
Umweltthermie (Luft/Wasser)	07 ☐	18 ☐	Umweltthermie (Luft/Wasser)	07 ☐	18 ☐
Solarthermie	08 ☐	19 ☐	Solarthermie	08 ☐	19 ☐
Holz	09 ☐	20 ☐	Holz	09 ☐	20 ☐
Biogas/ Biomethan	10 ☐	21 ☐	Biogas/ Biomethan	10 ☐	21 ☐
Sonst. Biomasse	11 ☐	22 ☐	Sonst. Biomasse	11 ☐	22 ☐
Sonst. Energie	12 ☐	23 ☐	Sonst. Energie	12 ☐	23 ☐

Falls „Sonstige Energie für Heizung“, bitte hier erläutern:

Falls „Sonstige Energie für Warmwasserbereitung“, bitte hier erläutern:

Einsatz von Lüftungs- und Kühlungsanlagen

Anlagen zur Lüftung		Anlagen zur Kühlung	
mit Wärmerück-gewinnung	1 ☐	elektrisch	1 ☐
ohne Wärmerück-gewinnung	2 ☐	thermisch	2 ☐
keine Nutzung	3 ☐	keine Nutzung	3 ☐

Art der Erfüllung des GEG

Mehrfachnennungen möglich.

Erneuerbare Energie (Wärme, § 34 bis § 40)

- Holz, Bioöl, Biogas, Biomethan ☐ 01
- Sonstige (z. B. Umwelt-, Geo-, Solarthermie) ☐ 02

Erneuerbare Energie (Kälte, § 41) ☐ 03

Kraft-Wärme-/Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (§ 43) ☐ 04

Wärmerückgewinnung (§ 68) ☐ 05

Sonstige Abwärme (§ 42) ☐ 06

Energieeinsparung (§ 45) ☐ 07

Fernwärme oder Fernkälte (§ 44) ☐ 08

Gemeinschaftliche Wärmeversorgung (§ 107) z. B. Quartierslösung ☐ 09

Ausnahme(regelung) (§ 55) ☐ 10

Befreiung (§ 102) ☐ 11

Sonstiges ☐ 12

Falls „Sonstiges“, bitte hier erläutern:

4 Größe des Bauvorhabens 4

Werte ohne Kommastellen angeben.

Rauminhalt – Brutto in m³ (DIN 277) 01

Anzahl der Vollgeschosse (laut LBO) 02

	neuer Zustand in vollen m²	alter Zustand in vollen m²
Nutzfläche (DIN 277; ohne Wohnfläche)	03 216	05 100
Wohnfläche (WoFlV) der Wohnungen	04	06

Anzahl der Wohnungen mit (Räume, einschließl. Küchen)

	neuer Zustand	alter Zustand
1 Raum	07	15
2 Räumen	08	16
3 Räumen	09	17
4 Räumen	10	18
5 Räumen	11	19
6 Räumen	12	20
7 Räumen oder mehr	13	21
Anzahl der Räume in Wohnungen mit 7 oder mehr Räumen	14	22

5 Veranschlagte Kosten des Bauwerks 5

bzw. der Baumaßnahme (Kostengruppe 300, 400 DIN 276)

Kosten in 1 000 Euro (einschließlich MwSt) 23 200

24 Straßenschlüssel

Nur Neubau

Bei allen Baumaßnahmen – bei Neubau ist nur der neue Zustand auszufüllen

Hessisches Statistisches Landesamt

HESSEN STATISTIKHESSEN

Statistik der Baufertigstellungen

BF

Bitte lesen Sie vor dem Ausfüllen die dazugehörigen Erläuterungen.

Füllen Sie den Fragebogen aus bei ...
... Neubau (für jedes Gebäude 1 Erhebungsbogen).
... Baumaßnahmen an einem bestehenden Gebäude.
... Änderung des Nutzungsschwerpunkts zwischen Wohnbau und Nichtwohnbau (bitte zusätzlich einen Abgangsbogen ausfüllen).

Hessisches Statistisches Landesamt
IV B2
65175 Wiesbaden

Sie erreichen uns über
Telefon: 0611 3802 475
oder: 0611 3802 433
E-Mail: bauen@statistik.hessen.de

9395745
Identifikationsnummer

Bauscheinnummer/Aktenzeichen

1 Allgemeine Angaben 1 (*Blockschrift*)

Bauherr/Bauherrin

Name/Firma: Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG

Anschrift: Hauptstraße 50

36137 Großenlüder-Müs

Anschrift des Baugrundstücks

Straße, Nummer: Georg-Otterbein-Straße 123

Postleitzahl, Ort: 36137 Großenlüder-Müs

Ansprechpartner/-in für Rückfragen (freiwillige Angabe)

Name (z. B. Architekt-/in, Planverfasser-/in)

Telefon und/oder E-Mail

Lage des Baugrundstücks

Kreis: Fulda

Gemeinde: Großenlüder

Gemeindeteil: Müs

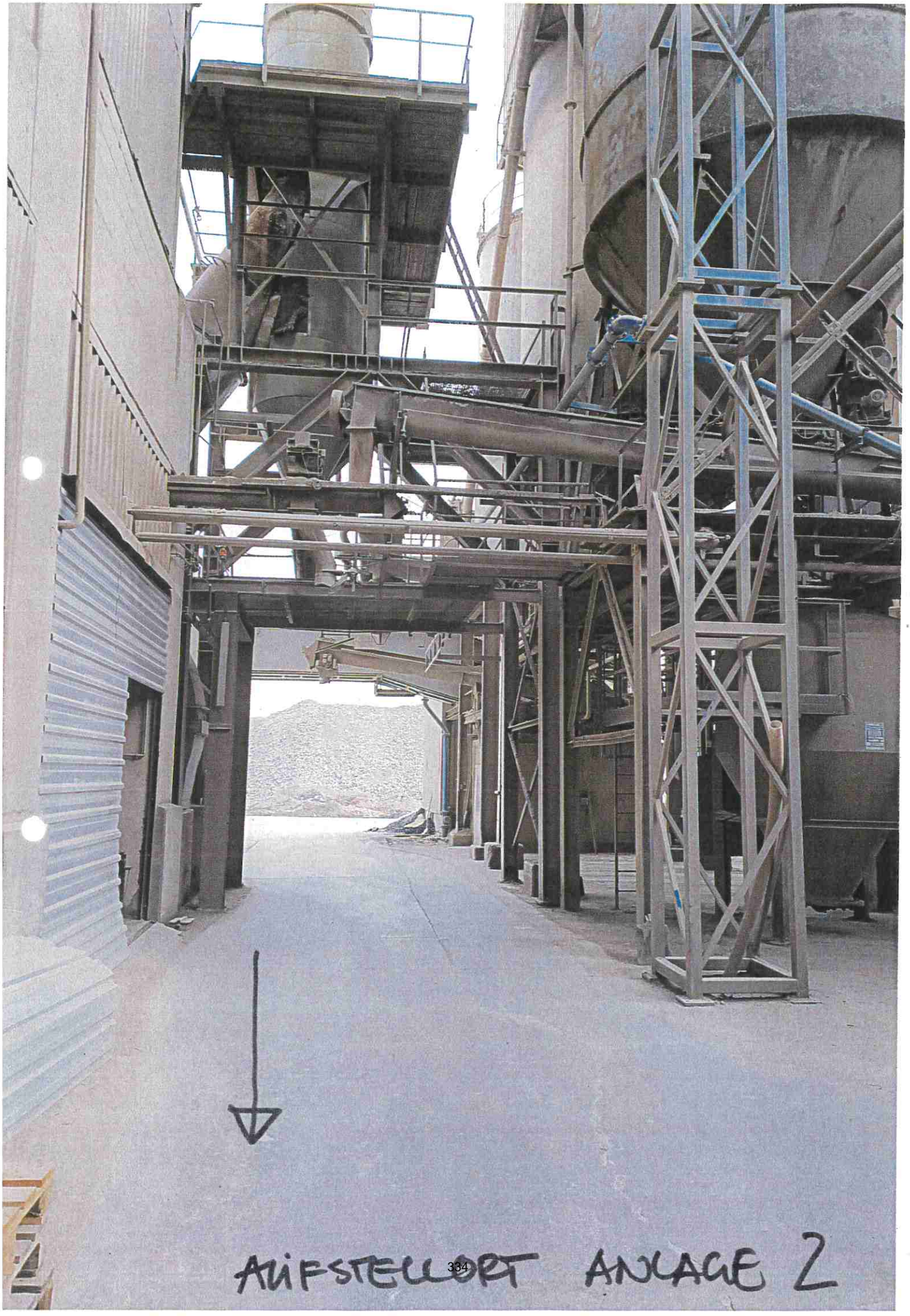
Datum der Baugenehmigung bzw. Genehmigungsfreistellung ..... Monat Jahr

Datum der Bezugsfertigstellung ..... Monat Jahr

Haben sich seit Einreichung des Erhebungsbogens für Baugenehmigung Änderungen ergeben? ..... Ja 1 ☐ Nein 2 ☐

Falls „Ja“, geben Sie die Änderungen an:


AUFSTELLORT ANLAGE 1


AUFSTELLORT ANLAGE 2



AUFSTELLORT ANLAGE 3

19 Unterlagen für sonstige Konzessionen

19.1 Angaben zur Freisetzung von Treibhausgasemissionen

Der Antragssteller betreibt eine Anlage zur Herstellung von Zementklinker oder Zement, die seit 2005 dem TEHG unterliegt. Die ausgeübte Tätigkeit ist gemäß Anhang 1 Teil 2 TEHG der Nr. 14 zugeordnet. Die Erfassung der Treibhausgasemissionen erfolgt nach einem genehmigten ÜP. Die beantragte Steigerung des Einsatzes von Sekundärbrennstoffen auf 100% der FWL wird aufgrund des höheren Anteils von Biomasse im Vergleich zu Primärbrennstoffen zur Senkung von brennstoffbedingten Emissionen führen. Diese Änderung und der Einsatz von weiteren Sekundärbrennstoffen wie auch die verfahrenstechnische Anlagenänderung sind für den Emissionshandel relevant. Der z. Zt. gültige ÜP wird im Einklang mit TEHG und MVO aktualisiert und der zuständigen Behörde zur Genehmigung vorgelegt. Ein Formblatt 19/1 liegt bei.

19.2 Zulassungen, die nach § 13 BImSchG einzuschließen sind

Die Kapitel 19.2.1 „Eingriff gemäß § 14 Bundesnaturschutzgesetz“, 19.2.2 „Auswirkungen auf gesetzliche geschützte Biotope und Landschaftsbestandteile“, 19.2.3 „Auswirkungen auf Landschaftsschutzgebiete“, 19.3 „Auswirkungen auf Natura 2000-Gebiete“ und 19.4 „Artenschutzrechtliche Belange“ sind in der Umweltverträglichkeitsvorprüfung in Kapitel 20 beschrieben und erläutert.

Formular 19/1: Angaben zur Freisetzung von Treibhausgasemissionen

In der Anlage werden Treibhausgase durch folgende Tätigkeit gemäß Anhang 1- Teil 2 TEHG freigesetzt: Nr:

Nr. der Quellen von Treibhausgasemissionen Lt. Fließbild/Lageplan in Verbindung mit Formular 8/1	Anlage/Anlagenteil/ Nebeneinrichtung/	Emittierte Treibhausgase CO_2, N_2O oder PFC	Brenn- und Einsatzstoffe gemäß Nr. Formular 7/1	Bemerkungen
ZQ1	Kamin Drehofen	CO2	B1+B2+R1	Tätigkeit Nr. 14

20 Unterlagen für die Umweltverträglichkeitsprüfung

20.1 UVP-Vorprüfung

Umwelt und Betriebstechnik

Umweltverträglichkeitsvorprüfung

Technischer Bericht A-2020/2379-V3

Bau eines neuen Heißgasfilters mit nachgeschalteter SCR-Anlage zur Stickstoffoxidreduktion, Installation einer Anlage zur Kreislaufentlastung für Chloride und Schwefel sowie Erhöhung der Ersatzbrennstoffrate von 60 auf 100 % der Feuerungswärmeleistung im Zementwerk Otterbein am Standort Großenlüder-Müs

VDZ Technology gGmbH

Postfach 30 10 63
40410 Düsseldorf

Toulouser Allee 71
40476 Düsseldorf

T +49 (0)211 45 78 0
F +49 (0)211 45 78 296

info@vdz-online.de
www.vdz-online.de

Sitz: Düsseldorf
Amtsgericht Düsseldorf
HRB-Nr. 66898

Hauptgeschäftsführer VDZ e.V.:
Dr. Martin Schneider

Geschäftsführer:
Dr. Volker Hoenig
Dr. Christoph Müller

Wiedergabe, auch auszugsweise, ist nur mit Genehmigung der VDZ Technology gGmbH gestattet. Jede Haftung der VDZ Technology gGmbH und ihrer Mitarbeiter aus mündlichen oder schriftlichen Auskünften, Beratungen oder Gutachten ist, soweit gesetzlich zulässig, ausgeschlossen. Von Ansprüchen Dritter sind wir freizustellen.

Umweltverträglichkeitsvorprüfung für das Zementwerk Otterbein am Standort Großenlüder-Müs: Bau eines neuen Heißgasfilters mit nachgeschalteter SCR-Anlage zur Stickstoffoxidreduktion, Installation einer Anlage zur Kreislaufentlastung für Chloride und Schwefel sowie Erhöhung der Ersatzbrennstoffrate von 60 auf 100 % der Feuerungswärmeleistung

Auftraggeber:	Zement und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG
Auftraggeber, vertreten durch:	Dr. Christian W. Müller
Auftragsdatum:	12.10.2020
Bestell-Nr. des Auftraggebers:	-
Zeichen des Auftraggebers:	-
Unsere Auftragsnummer:	A-2020/2379
Projektleiter:	Dipl.-Ing. Cornelia Seiler / Dr. rer. nat. Stefan Schäfer
Bearbeiter:	Dipl.-Ing. Cornelia Seiler
Abteilung:	Umwelt und Betriebstechnik
Ausgestellt am:	22.06.2022
Berichtsumfang:	153 Seiten

Anlage 1: Bericht Fa. iMA Richer & Röckle GmbH & Co. KG:
Prognostische Windfeldbibliothek für einen Standort bei Großenlüder-Müs

Anlage 2: Bericht lfU GmbH:
Detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten nach VDI-Richtlinie 3783, Blatt 20 für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft

Inhaltsverzeichnis

1	**Vorgang und Aufgabe**	**6**
2	**Merkmale des Vorhabens**	**8**
2.1	Größe des Vorhabens	8
2.2	Anlagenbeschreibung	8
2.2.1	Istzustand	8
2.2.1.1	Technische Daten der Drehofenanlage	10
2.2.1.2	Vorhandene Einrichtungen zur Emissionsminderung	11
2.2.2	Planzustand – vorgesehene Änderungen	11
2.2.2.1	Errichtung und Betrieb einer HGF-SCR-Anlage	11
2.2.2.2	Errichtung und Betrieb einer Anlage zur Kreislaufentlastung	15
2.2.2.3	Technische Daten der geplanten Einrichtungen zur Emissionsminderung	17
2.2.2.4	Abgasvolumina in Ist- und Planzustand	17
2.2.2.5	Erhöhung der Ersatzbrennstoffeinsatzrate / Anpassung des Brennstoffportfolios	19
2.2.2.6	Dosierung und Lagerung von Ersatzbrennstoffen	22
2.2.2.7	Sonstige vorgesehene Änderungen – Einsatzmenge Eisenoxidträger	22
2.2.2.8	Sonstige vorgesehene Änderungen – Hüttensandmehl	23
2.2.2.9	Sonstige vorgesehene Änderungen – Tägliche Annahmemenge von Klinker und Zement im Falle von Betriebsstörungen	23
2.2.2.10	Derzeitige und beantragte Emissionsbegrenzungen	23
2.2.2.11	Derzeitige und zukünftige Einrichtungen zur Emissionsüberwachung	25
2.3	Nutzung und Gestaltung von Fläche, Wasser, Boden und Landschaft	25
2.4	Abfallerzeugung	25
2.5	Umweltverschmutzung und Belästigungen	26
2.5.1	Aktuelle Emissionssituation der Ofenanlage	26
2.5.2	Derzeitiges und geplantes Roh- und Brennstoffmengengerüst	29
2.5.3	Zusammensetzung der Roh- und Brennstoffe	32
2.6	Risiken von Störfällen, Unfällen und Katastrophen	35
2.7	Arbeitssicherheit	35
3	**Standort des Vorhabens**	**37**
3.1	Bestehende Nutzung des Gebietes – besondere örtliche Gegebenheiten	38
3.1.1	Nächstgelegene Wohngebiete	38
3.1.2	Naturschutzrechtlich geschützte Gebiete im Untersuchungsgebiet	39
3.2	Reichtum, Qualität und Regenerationsfähigkeit von Wasser, Boden, Natur und Landschaft	41
3.3	Belastbarkeit der Schutzgüter	41
4	**Mögliche Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf die Schutzgüter**	**42**
4.1	Bestehende Nutzung des Gebietes	42
4.2	Schutzgut *Mensch, menschliche Gesundheit*	42
4.2.1	Lärm	42
4.2.2	Gerüche	43
4.2.3	Luftschadstoffe	44
4.3	Schutzgut *Tiere, Pflanzen, biologische Vielfalt*	44
4.4	Schutzgut *Fläche und Boden*	44
4.5	Schutzgut *Wasser*	45
4.6	Schutzgut *Luft*	45
4.7	Schutzgut *Klima*	45
4.8	Schutzgut *Landschaft, kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter*	46
4.9	Wechselwirkungen	46

4.10	Maßnahmen zur Verminderung bzw. Kontrolle unvermeidbarer anlagenbedingter Umweltauswirkungen	46
4.11	Zusammenfassung	47
5	**Bewertung der zukünftigen Emissionssituation am Standort**	**48**
5.1	Gesamtstaub	48
5.2	Staubinhaltsstoffe	48
5.3	Quecksilber	53
5.4	Schwefeloxide	54
5.5	Stickstoffoxide	55
5.6	Ammoniak	56
5.7	Fluoride und Chloride	56
5.8	Organische Emissionen – Gesamt-C	57
5.9	Kohlenmonoxid	58
5.10	Dioxine und Furane	58
5.11	Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, polychlorierte Chlorbenzole, Benzo(a)pyren und Tetrachlorethen	59
5.12	Benzol	59
5.13	Probenahme- und Analysenkonzept für Ersatzbrennstoffe	59
5.14	Auswirkungen auf das Produkt	61
5.14.1	Prognose der Spurenelementgehalte im Zementklinker	61
5.14.2	Bewertung des Auslaugverhaltens	63
5.14.2.1	Auslaugverhalten von Frischbeton	63
5.14.2.2	Auslaugverhalten von Frischbeton	64
5.14.2.3	Auslaugverhalten von gebrochenem Beton nach der Nutzungsphase	65
6	**Bewertung der zukünftigen Immissionssituation am Standort**	**67**
6.1	Überprüfung der Schornsteinbauhöhe des Hauptkamins	67
6.1.1	Berechnung der Schornsteinmindesthöhe	68
6.1.2	Berücksichtigung von Bebauung und Bewuchs	70
6.1.3	Berücksichtigung der Topographie	74
6.1.4	Zusammenfassung	76
6.2	Beurteilung der Immissionssituation für Luftschadstoffe am Standort	77
6.2.1	Definition und Prüfung der Schutzpflicht nach TA Luft	77
6.2.2	Emissionsmassenströme	77
6.2.3	Vorbelastung am Standort	79
6.2.4	Prüfung auf irrelevante Zusatzbelastung	84
6.3	Ausbreitungsrechnung für Luftschadstoffe	84
6.3.1	Durchführung der Immissionsprognosen	84
6.3.1.1	Rechengebiet und Beurteilungsgebiet	84
6.3.1.2	Ausbreitungsmodell	86
6.3.1.3	Berücksichtigung von Geländeunebenheiten	87
6.3.1.4	Kaltlufteinflüsse am Standort	87
6.3.1.5	Berücksichtigung von Bebauung	87
6.3.1.6	Aufpunkte und Kenngrößen der Immissionszusatzbelastung	89
6.3.1.7	Ausbreitungsbedingungen / meteorologische Daten	89
6.3.1.8	Rauigkeitslänge	90
6.3.1.9	Qualitätsstufe und statistische Unsicherheit	90
6.3.1.10	Quellenspezifische Eigenschaften	90
6.3.1.11	Korngrößenverteilung der emittierten Stäube	95
6.3.1.12	Bewertung der Zusatzbelastung – Prüf- und Beurteilungskriterien	96
6.3.1.13	Schutz der menschlichen Gesundheit – Langzeitbetrachtung	98

6.3.1.14	Schutz der menschlichen Gesundheit – Kurzeitbetrachtung	104
6.3.1.15	Schutz vor erheblichen Belästigungen und erheblichen Nachteilen durch Staubniederschlag	104
6.3.1.16	Schutz vor erheblichen Nachteilen, insbesondere der Vegetation und von Ökosystemen	106
6.3.1.17	Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Schadstoffdeposition	107
6.3.2	Ermittlung der vorhabenbedingten Stoffeinträge (Stickstoff und Säure)	112
7	**Schlussfolgerungen / Zusammenfassung**	**116**
8	**Vorhandene Unterlagen und Literatur**	**124**
9	**Anhang**	**127**
9.1	Emissionsprognosen – Berechnungstabellen	127
9.1.1	Spurenelementeintrag ROHSTOFFE in Ist- und Planzustand	127
9.1.2	Ergebnistabellen Emissionsprognosen – mittlere Spurenelementgehalte	127
9.1.3	Ergebnistabellen Emissionsprognosen – maximale Spurenelementgehalte in Ersatzbrennstoffen	132
9.2	Schornsteinhöhenberechnung mit BESMIN – Protokolldatei	137
9.3	Nebenquellen in Ist- und Planzustand	138
9.4	Protokolldatei AUSTAL – Istzustand (Hauptkamin)	141
9.5	Protokolldatei AUSTAL – Planzustand (Planzustand)	145
9.6	Protokolldatei AUSTAL – Istzustand (Staubnebenquellen)	149

1 Vorgang und Aufgabe

Die Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG betreibt am Standort Großenlüder-Müs eine Drehofenanlage zur Herstellung von Zementklinker. Es handelt sich um eine genehmigungsbedürftige Anlage gemäß Anhang 1, Nr. 2.3.1 der 4. Bundes-Immissionsschutzverordnung [1] mit einer maximal genehmigten Tagesleistung von 650 t/d Klinker. Der zur Klinkerherstellung erforderliche Rohstoff Muschelkalk wird im benachbarten Kalktagebau gewonnen und sowohl im Zementwerk als auch im ebenfalls benachbarten Kalkwerk sowie in der Werktrockenmörtelanlage zu einer Vielzahl an Qualitätsprodukten weiterverarbeitet.

Das Unternehmen plant nun umfangreiche Modernisierungsmaßnahmen an der Zementdrehofenanlage, die nachhaltig zu einer weiteren Verbesserung der Umweltsituation am Standort und zum Klimaschutz beitragen. Konkret sind folgende Maßnahmen geplant:

- **Emissionsminderung**: Errichtung und Betrieb einer innovativen „HGF-SCR-Anlage“ (HGF-SCR: Heißgasfilter-Selective Catalytic Reduction) zur prozessintegrierten Staubabscheidung im Heißgasbereich und katalytischen Abgasreinigung zur Emissionsminderung
- **Grenzwertabsenkung**: Verzicht auf die rohstoffbedingten Ausnahmen bei den Emissionsgrenzwerten für Schwefeloxide (SO_2) und Ammoniak (NH_3)
- **Ressourcenschonung bei der Klinkerherstellung**: Weiterer Verzicht auf fossile Energieträger durch Erhöhung der Ersatzbrennstoffrate von derzeit 60 % auf bis zu 100 % der Feuerungswärmeleistung des Ofens
- **Ressourcenschonung bei der Zementherstellung:** Erhöhung des Einsatzes von Hüttensand und Hüttensandmehl aus externer Lieferung einschließlich der Lagerung in Summe auf bis zu 25.000 t/a und Trocknung von bis zu 10.000 t/a Hüttensand in einer Trockentrommel
- **Klimaschutz:** Veränderung des bisher genehmigten Brennstoffmix durch Verzicht auf Flugasche und ölverunreinigte Bleicherde und Antrag auf Einsatz von Holzspänen zusätzlich zu den bereits genehmigten Brennstoffen Fluff, Tiermehl und Trockenklärschlamm, als nahezu vollständig biomassehaltiger und damit CO_2-freundlicher Brennstoff
- **Kreislaufentlastung**: Errichtung und Betrieb einer Anlage zur Kreislaufentlastung für Chloride und Schwefel vor dem Hintergrund der geplanten Erhöhung des Anteils von Ersatzbrennstoffen aus Biomasse und Förderung und Lagerung des Vorwärmerkalks aus der Anlage in bestehenden betrieblichen Silos
- **Brennstoffdosierung:** Errichtung und Betrieb einer weiteren sogenannten Walking-Floor-Anlage inklusive pneumatischer Förderleistung zum Ofenkopf zur präzisen Einbringung von Brennstoff in den Prozess

Weiterhin sind mit den oben genannten Vorhaben folgende Anpassungen der bestehenden Genehmigung notwendig:

- Ergänzung der bereits genehmigten Abfallschlüsselnummern für den Ersatzbrennstoff Fluff um die Abfallschlüsselnummer 191212 zur Verbesserung der lieferantenbezogenen Materialverfügbarkeit durch Differenzierung in eine hoch- und mittelkalorische Fraktion
- Anpassung der Begrenzung der maximalen Spurenlementgehalte für Blei und Nickel im Ersatzbrennstoff Tiermehl
- Nutzungserweiterung der bestehenden Lagersilos sowie Errichtung und Betrieb von Förderanlagen für den Umschlag der Stoffe HGF-SCR-Staub, Vorwärmerkalk sowie Errichtung einer LKW-Verlademöglichkeit
- Anpassung des genehmigten Einsatzes von Eisenoxid-Träger als Rohmaterialkomponente auf bis zu 6.000 t/a

- Anpassung der genehmigten Einsatzmenge von Klinker und Zement aus externer Lieferung bei Betriebsstörungen des Drehrohrofens bzw. der Zementmühle für den Zeitraum von jeweils max. drei Monaten pro Jahr (72 Tage) einschließlich der Lagerung in vorhandenen Silos, auf jeweils max. 600 t/d, Einsatzmengen: jeweils max. 21.600 t/a
- Anpassung des bislang genehmigten anlagenbezogenen LKW-Verkehrs

Bei den geplanten Modernisierungsmaßnahmen handelt es sich um eine wesentliche Änderung des Betriebs der Drehofenanlage entsprechend der §§ 10 und 16 des Bundes-Immissionsschutzgesetzes [2]. Bei Änderungsgenehmigungsverfahren besteht eine Verpflichtung zur Durchführung einer Umweltverträglichkeitsprüfung, wenn die Anlage in Anlage 1 des UVPG [3] mit einem „X“ gekennzeichnet ist (Spalte 1) oder wenn eine allgemeine Vorprüfung (Kennzeichnung mit einem „A“ in Spalte 2) zu dem Ergebnis kommt, dass eine Umweltverträglichkeitsprüfung erforderlich ist. Das Zementwerk Otterbein ist aufgrund der Produktionskapazität von weniger als 1.000 Tonnen pro Tag der Spalte 2 in Anlage 1 des UVPG zuzuordnen und fällt damit zunächst in den Bereich der allgemeinen UVP-Vorprüfung. Die Vorprüfung wird nach den Vorgaben und Kriterien der Anlagen 2 und 3 UVPG durchgeführt und soll überschlägig prüfen, ob das beantragte Vorhaben erhebliche nachteilige Umweltauswirkungen haben kann.

Die Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG beauftragte die VDZ Technology gGmbH mit der Durchführung einer Umweltverträglichkeitsvorprüfung des Vorhabens. Sie soll der zuständigen Genehmigungsbehörde als Grundlage zur Entscheidung über die UVP-Pflicht des Vorhabens dienen. Bei der Vorprüfung sind auch frühere Änderungen oder Erweiterungen des UVP-pflichtigen Vorhabens einzubeziehen, für die keine Umweltverträglichkeitsprüfung durchgeführt wurde. Für den Standort wurde im Jahr 2008 bereits eine ausführliche Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU) durchgeführt, im Zusammenhang mit der Erhöhung der Ersatzbrennstoffeinsatzrate auf bis zu 60 % der Feuerungswärmeleistung des Ofens. Die Ergebnisse der damaligen UVU sowie die seither durchgeführten genehmigten Änderungen an der Anlage wurden deshalb im Rahmen dieser Vorprüfung entsprechend berücksichtigt.

Mit dem Vorhaben ist keine Leistungssteigerung oder flächenhafte Erweiterung der Anlage verbunden. Die geplanten Änderungen haben im Wesentlichen Auswirkungen auf die Emissionen über den Luftpfad, die deshalb im Fokus dieser Vorprüfung stehen.

2 Merkmale des Vorhabens

2.1 Größe des Vorhabens

Die Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG plant umfangreiche Modernisierungsmaßnahmen an der Drehofenanlage zur Herstellung von Zementklinker. Die Klinkerleistung der Anlage ist laut geltender Genehmigung [4], [5] derzeit auf 650 t/d begrenzt und soll durch das beantragte Vorhaben nicht geändert werden. Im Fokus der Maßnahmen stehen im Wesentlichen die Errichtung und der Betrieb einer innovativen HGF-SCR-Anlage zur prozessintegrierten Staubabscheidung im Heißgasbereich und zur katalytischen Abgasreinigung von Stickstoffoxiden (NO_x). Weiterhin sollen die Ersatzbrennstoffrate auf bis zu 100 % der Feuerungswärmeleistung des Ofens erhöht und das Brennstoffportfolio angepasst werden. Darüber hinaus sollen Chlor- und Schwefelkreisläufe durch die Installation einer Anlage zur Kreislaufentlastung am Ofeneinlauf entlastet werden. Die erforderlichen Umbaumaßnahmen sollen zu Beginn des Jahres 2023 im Zeitraum der jährlichen Winterrevision der Ofenanlage durchgeführt werden. Die Erhöhung der Ersatzbrennstoffrate sowie die Änderungen von Brennstoffmix und -charakteristika sollen erst nach erfolgreicher Inbetriebnahme der HGF-SCR-Anlage und der Anlage zur Kreislaufentlastung realisiert werden. In den nachfolgenden Kapiteln sind die geplanten Maßnahmen ausführlich dargestellt.

2.2 Anlagenbeschreibung

2.2.1 Istzustand

Die Herstellung von Zement gliedert sich in die Hauptproduktionsabschnitte

- Rohmaterialgewinnung (Steinbruchbetrieb, Homogenisierung auf Mischbett)
- Trocknung des Kalksteins
- Rohmehlerzeugung (Rohmehlmahlung)
- Brennen des Klinkers im Drehrohrofen
- Klinker- /Zementmahlung und
- Versand

Der überwiegende Anteil des Rohmaterials wird im benachbarten Steinbruch durch Sprengen gewonnen, mittels Schwerlastkraftwagen zu einem Brecher transportiert und auf Korngrößen von kleiner 6 cm vorzerkleinert. Das vorzerkleinerte Material wird in einer Trocknungsanlage unter Nutzung von Ofenabgas und Kühlerabluft getrocknet. Nach Zwischenlagerung in Trockenschotterbunkern wird das Material in der Rohmehlmahlanlage zu einem Rohmehl vermahlen. Das Rohmehl wird in Silos zwischengelagert und anschließend über ein Becherwerk in den Zyklonvorwärmer der Ofenanlage transportiert und dort aufgegeben. Das Rohmehl erwärmt sich im Gegenstrom mit den Ofenabgasen, während sich die Ofenabgase abkühlen. Hierbei beginnt das Material zu entsäuern, d. h. der Kalkstein verwandelt sich in Calciumoxid (CaO) unter Abgabe von Kohlendioxid (CO_2). Aus dem Zyklonvorwärmer gelangt das bereits teilentsäuerte Mehl in den Drehrohrofen, in dem es bei Temperaturen von ca. 1.450 °C zu Klinker gebrannt wird. Der Drehrohrofen wird derzeit entsprechend der aktuell geltenden Genehmigung mit fossilen Brennstoffen (z. B. Braunkohlenstaub, Gas) und im Umfang von bis zu 60% der Feuerungswärmeleistung mit Ersatzbrennstoffen (im Wesentlichen Fluff und Tiermehl) über einen entsprechenden Brenner befeuert.

Durch die Neigung der Ofenachse und die Rotation des Ofens wird das Brenngut durch den 42 m langen Drehrohrofen zum Klinkerkühler transportiert. Im Klinkerkühler erfolgt die Abkühlung des Klinkers mit Luft. Die vom heißen Klinker erwärmte Kühlluft wird dem Brennprozess als Verbrennungsluft zugeführt, gleichzeitig wird der Klinker auf eine Temperatur von ca. 70 °C gekühlt. Die überschüssige, nicht für den Drehrohrofen benötigte Kühlluft wird zur Trocknung des Rohmaterials verwendet.

Der Zementklinker wird in Silos gefördert, dort zwischengelagert und anschließend in einer Zementmahlanlage zu den verschiedenen Zementsorten vermahlen. Alle Zemente enthalten als wesentlichen Bestandteil Zementklinker sowie geringe Mengen Gips und Anhydrit als Erstarrungsregler. Zemente können außerdem weitere Hauptbestandteile wie Hüttensand oder Kalkstein enthalten. Der Zement wird in den Fertiggutsilos gelagert. Aus diesen Silos erfolgt der Versand lose per Silo-LKW oder der Zement wird als Sackware per LKW ausgeliefert.

In **Bild 2-1** ist der gesamte Herstellungsprozess, von der Rohmaterialgewinnung im Steinbruch, über das Brennen des Klinkers im Drehofen bis zum Zementversand schematisch dargestellt. In **Bild 2-2** ist die Abgasführung im Istzustand dargestellt.

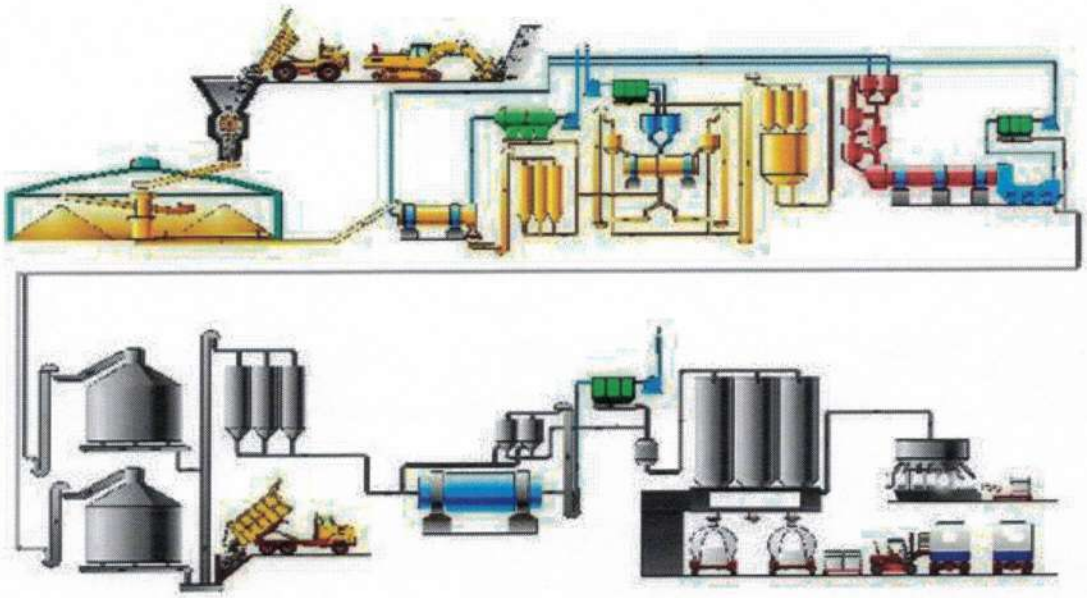


Bild 2-1 Schematische, beispielhafte Darstellung der Zementherstellung

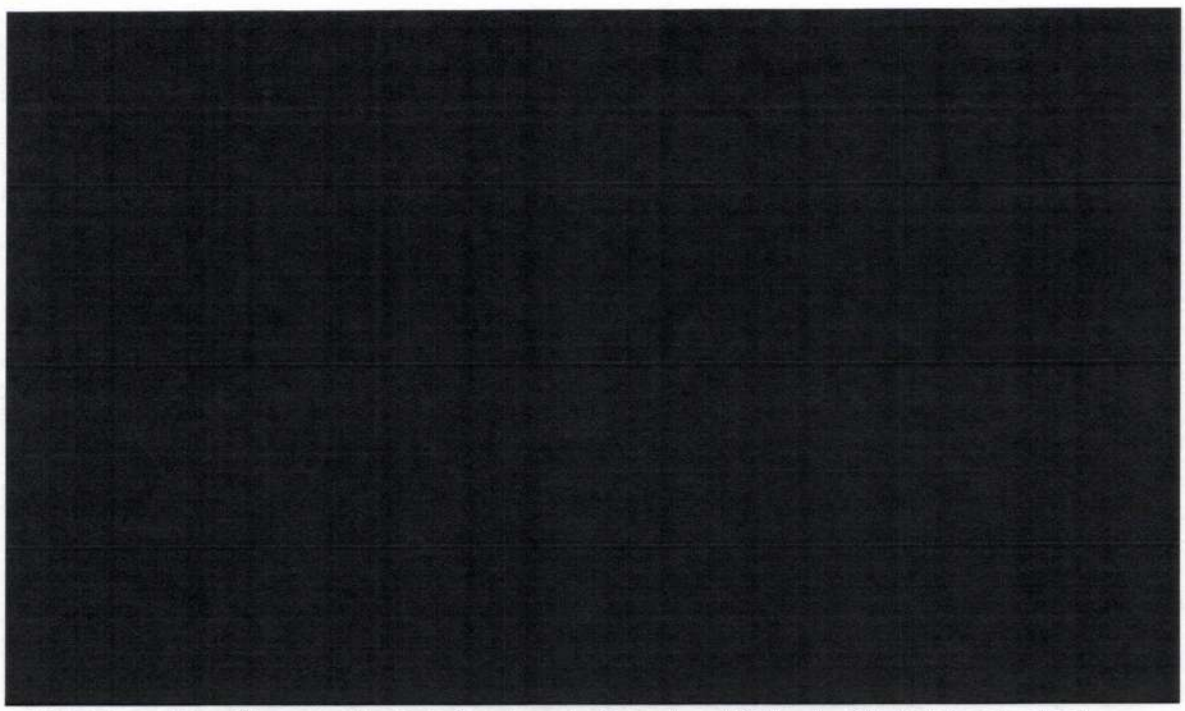


Bild 2-2 Abgasführung an der Drehofenanlage der Zement- und Kalkwerke Otterbein im Istzustand

2.2.1.1 Technische Daten der Drehofenanlage





2.2.2 Planzustand – vorgesehene Änderungen

2.2.2.1 Errichtung und Betrieb einer HGF-SCR-Anlage

Mit dem Bau einer Heißgasfilter-SCR-Anlage soll im Zementwerk Otterbein erstmalig ein weltweit neuartiges prozessintegriertes System zur Abgasreinigung installiert werden. Die Besonderheit liegt in der Kombination von Heißgasentstaubung mittels keramischer Filterkerzen (Filtration) und Stickstoffoxidminderung (Katalyse) in einer technischen Einheit, die unmittelbar nach dem Zyklonvorwämer installiert werden kann. Das so gewählte Anlagendesign bewirkt eine sehr hohe Verfügbarkeit hinsichtlich der Stickstoffoxidminderung. Darüber hinaus ergibt sich eine deutliche Energie- und CO_2-Einsparung gegenüber dem bekannten „End of Pipe"-Low-Dust-SCR-Verfahren (Low-Dust = Katalysator wird mit entstaubtem Abgas beaufschlagt), da bei letzterem eine Wiederaufheizung der Abgase systembedingt notwendig ist. Weiterhin führt das Vorhaben zu einer deutlich längeren Standzeit der Katalysatoren im Vergleich zur High-Dust-SCR-Technologie (High-Dust = Katalysator wird mit staub-

haltigem Abgas beaufschlagt) und somit zu einer Einsparung wertvoller Metalle und der damit verbundenen Energieaufwendungen.

In **Bild 2-3** ist die Einbettung der Anlage an der Drehofenanlage erkennbar (im Hintergrund ist der Wärmetauscherturm / Zyklonvorwärmer ersichtlich). Ein Fließbild ist in **Bild 2-4** dargestellt.

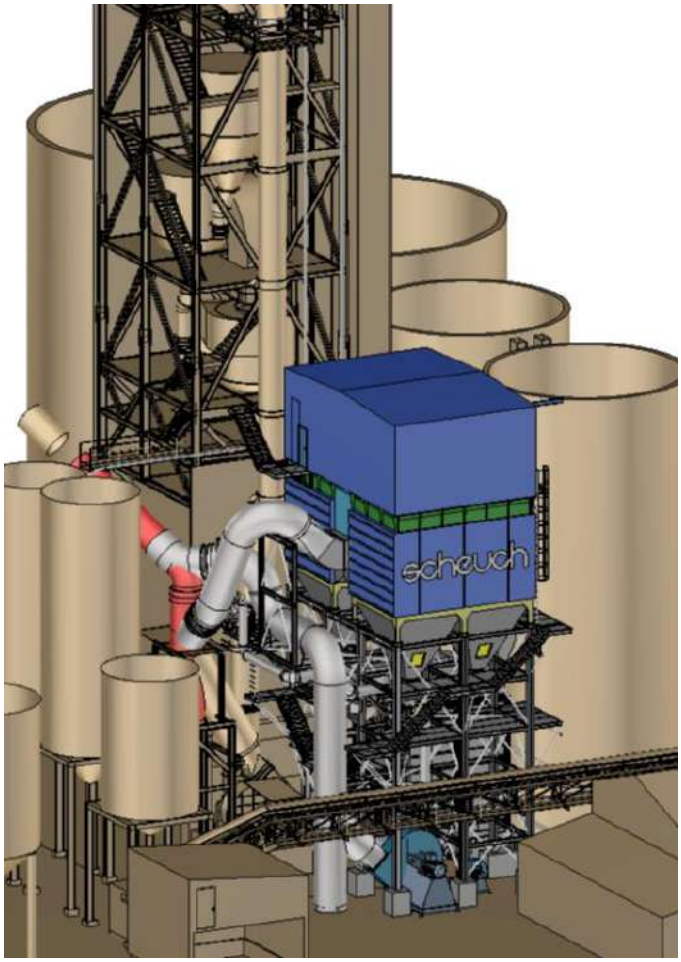


Bild 2-3 Einbettung der HGF-SCR-Anlage im Ofensystem

Reduktionsmitteleindüsung und Abgaskonditionierung:

Um Stickstoffoxide im Katalysator mindern zu können, ist die Zugabe eines Reduktionsmittels erforderlich, in diesem Fall 40 %-ige Harnstofflösung. Zur Sicherstellung einer möglichst hohen Anlagenverfügbarkeit soll die Eindüsung des Harnstoffs wahlweise an der obersten Zyklonstufe (bevorzugt) und / oder im Steigschacht des Wärmetauschers erfolgen. Bei Zugabe im Steigschacht kann die Eindüsung über die bereits vorhandene SNCR (Selective Non-Catalytic Reduction)-Anlage erfolgen. Für die Eindüsung an der obersten Zyklonstufe werden neue Eindüselanzen inklusive Pumpstation und Leckageüberwachung neu gebaut und installiert. Die Lagerung der Harnstofflösung erfolgt wie bisher auch in einem bereits vorhandenen Tank. Im Falle einer betriebsbedingten Ausfallzeit der HGF-SCR-Anlage wird die Fahrweise der heutigen SNCR-PLUS-Anlage aktiviert. In diesem Falle erfolgt die alleinige Eindüsung des Harnstoffs im Steigschacht des Wärmetauschers.

Für einen möglichst effizienten Betrieb des Katalysators ist ein Temperaturfenster von ca. 350 – 400 °C erforderlich. Die Konditionierung des Abgases erfolgt durch Eindüsung von Wasser in der Fallleitung nach dem Vorwärmerturm und vor dem Ofengebläse. Eine solche Wassereindüsung findet bereits heute vor der Trockentrommel zur Abgaskonditionierung für die anschließende Staubminderung

im Gewebefilter statt. Die Konditionierung wird zukünftig somit im Wesentlichen an die Position vor dem Heißgasfilter verschoben.

Staubminderung im Heißgasfilter und Weiterverwendung des HGF-Staubes

Das konditionierte Rohgas wird nach dem Ofengebläse mittels Stützventilator durch das HGF-SCR-System gesaugt, beginnend mit der vollständigen Entstaubung des Abgases durch die spezielle Heißgasfiltration. Um dieses Filter bei Temperaturen von >300 °C betreiben zu können, werden keramische Filterkerzen als Filtermedium installiert. Der im HGF abgeschiedene Staub wird mittels Schnecken, Schneckenpumpe und Wiegezellen in das System zurückgeführt oder wahlweise zur Weiterverwendung in der Produktion gefördert und in bestehenden Siloanlagen zwischengelagert. Für die Förderung sollen sogenannte „Schneckenpumpen“ zum Einsatz kommen, welche eine energieeffiziente Förderung erlauben. Der Heißgasfilterstaub wird vollständig betriebsintern genutzt. Nach der Heißgasfiltration werden die Abgase im unmittelbaren Verbund dem Katalysator zugeführt.

Katalytische NO_x-Minderung:

Nach der Entstaubung wird das heiße Abgas über den Wabenkatalysator geleitet. Die Porenweite (= Pitchmaß) des Katalysators kann aufgrund des staubarmen Abgases sehr klein gewählt werden (40-Zeller), wodurch das benötigte Katalysatorvolumen im Vergleich zu einer High-Dust-SCR-Anlage stark reduziert werden kann. Auch gegenüber einer Low-Dust-SCR-Anlage zeichnet sich der Wabenkatalysator durch ein geringeres Volumen infolge der höheren Temperatur und damit höheren Aktivität aus.

Dieses innovative Anlagendesign bietet deshalb zentrale Vorteile, die zu einer wesentlich effizienteren Ressourcennutzung und geringeren laufenden Betriebskosten führen: Die konstruktive Anordnung von Filtration und Entstickung erlaubt, dass bei Bedarf jeweils das Filtermedium oder der Katalysator gezielt ausgetauscht werden können.

Das Anlagendesign ist so gewählt, dass der Katalysator vor der Beaufschlagung mit Ofenabgas aufgeheizt bzw. beim Abfahren mit Frischluft gespült werden kann. Durch den Aufheizkreis werden Ammoniumsulfat-Ablagerungen und eine durch die Kondensation von Alkalien mögliche Deaktivierung verhindert.

Nach Durchströmen der HGF-SCR-Anlage werden die gereinigten, heißen Abgase zur vorhandenen Anlage zur Trocknung von Rohmaterialien geleitet und dort zusammen mit der Kühlerabluft zur Trocknung des Rohmaterials genutzt. Das Gas aus dem Trockner wird vor Ableiten über den Kamin im bestehenden Schlauchfilter entstaubt.

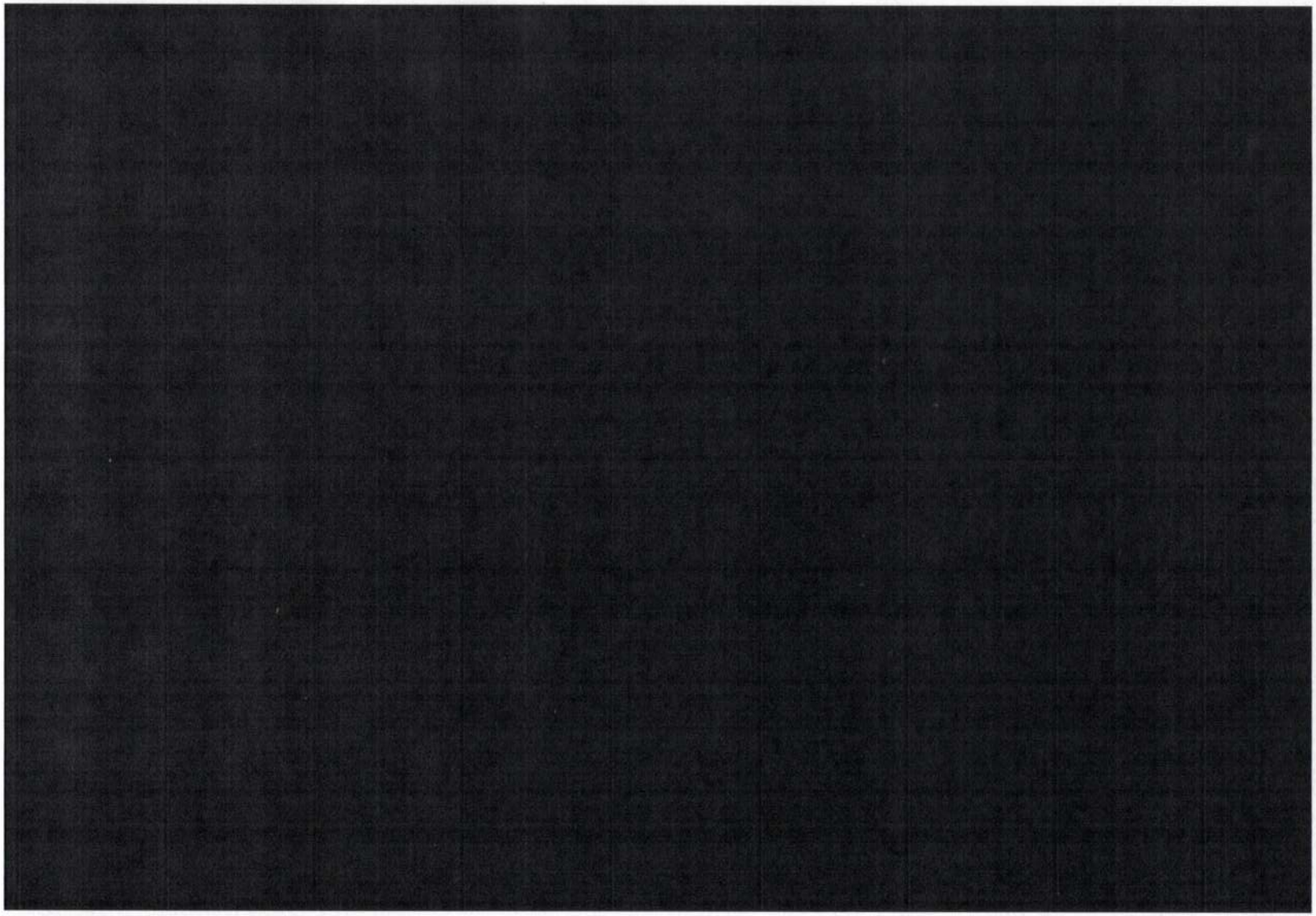


Bild 2-4 Fließbild der HGF-SCR-Anlage

2.2.2.2 Errichtung und Betrieb einer Anlage zur Kreislaufentlastung

Zukünftig sollen an der Drehofenanlage verstärkt biomassehaltige Ersatzbrennstoffe eingesetzt werden, um weiter fossile Brennstoffe einzusparen und die CO_2-Emissionen bei der Klinkerherstellung weiter zu reduzieren. Biomassehaltige Ersatzbrennstoffe enthalten typischerweise mehr Chlor als fossile Brennstoffe. Erhöhte Konzentrationen von Chlor und Schwefel können sich im Inneren des Ofensystems anreichern (Kreislaufbildung) und bei gleichzeitigem Vorhandensein von Alkalien durch sogenannte Ansatzbildung (Anbackungen /Verkrustungen an den Wänden) die Stabilität und Anlagenverfügbarkeit nachteilig beeinflussen. Aus diesem Grund muss das Kreislaufverhalten von Chlor und Schwefel bei der Herstellung von Zementklinker überwacht und kontrolliert werden.

Zu diesem Zweck plant das Unternehmen den Bau einer Anlage zur Kreislaufentlastung am Ofeneinlauf. Hierbei wird ein Teilluftstrom des Ofenabgases (ca. 3 – 4 % im Normalbetrieb) aus dem Übergangsbereich Drehrohr-Wärmetauscher abgeführt. In diesem Bereich ist das Chlor noch dampfförmig. In einer Mischkammer wird dieser Teilluftstrom dann mit Hilfe von Kühlluft zügig auf rund 200 °C abgekühlt („gequencht“). Das mitgeführte Mehl dient dabei als Kondensations- und Kristallisationsoberfläche für die dampfförmigen Chloride. In einem nachgeschalteten hochwirksamen Gewebefilter wird dann das abgeschiedene und teilentsäuerte Vorwärmermehl (sogenannter „Vorwärmerkalk“) vom Gas getrennt. Die genaue Regelung des Systems erfolgt auf Grundlage von Analysen der Heißmehlproben. Damit wird die Anreicherung von Chloriden und Schwefel (Kreislaufbildung) im Wärmetauscher kontrolliert und begrenzt. Auch bei höherem Einsatz von Biomasse-haltigen Ersatzbrennstoffen ist somit ein weiterhin stabiler Ofengang möglich.

Das System zur Kreislaufentlastung besteht aus folgenden Komponenten / Subsystemen:

- Kombination aus Abzugshaube, Mischkammer mit Frischluftgebläse, Gasleitungen, relevante Klappen und Filter sowie Kreislaufentlastungsventilator
- Anlage zum Staubtransport (Zellenradschleuse, Schneckenförderer, pneumatisches Fördersystem) sowie -Lagerung (Staubsilo / Verladeeinrichtung)
- Automatisierungstechnik

In **Bild 2-5** ist die Anlage schematisch dargestellt. Die grüne Rohrleitung führt den Teilgasstrom des Ofenabgases zur Quenchkammer (Frischluftzufuhr) und anschließend zum Gewebefilter. Nach der Entstaubung wird das Abgas aus der Anlage zur Kreislaufentlastung wieder mit dem Ofenabgasstrom (nach Trockentrommel und Gewebefilter) vereinigt und über den Hauptkamin in die Umgebung abgeführt. Für den vereinigten Abgasstrom wird die Einhaltung / Unterschreitung der beantragten Emissionsgrenzwerte sichergestellt.

Die Anlage zur Kreislaufentlastung wird erst nach erfolgreicher Inbetriebnahme der HGF-SCR-Anlage in Betrieb genommen.

Der komplette Systemverbund der zukünftigen Abgasführung mit allen Abgasreinigungsanlagen ist in **Bild 2-6** dargestellt.

Das Material aus dem Kreislaufentlastungsfilter (Vorwärmerkalk) wird nach dem Gewebefilter zur Zwischenlagerung in bestehende Silos gefördert und dort gemeinsam mit anderen betrieblichen Materialströmen gelagert. Es ist die vollständige Nutzung des Vorwärmerkalks im Rahmen der Produktion vorgesehen. Hierzu soll der Vorwärmerkalk ebenfalls über Schneckenpumpen in das bestehende Silo „Trockentrommel Silo 4“ gefördert werden. Von dort werden die Stäube in das „Staubsilo Zementmühle“ sowie das „Staubsilo Mischerei“ gefördert und in diesen gelagert, um sie nach Bedarf in den betrieblichen Produktionsanlagen einsetzen zu können.

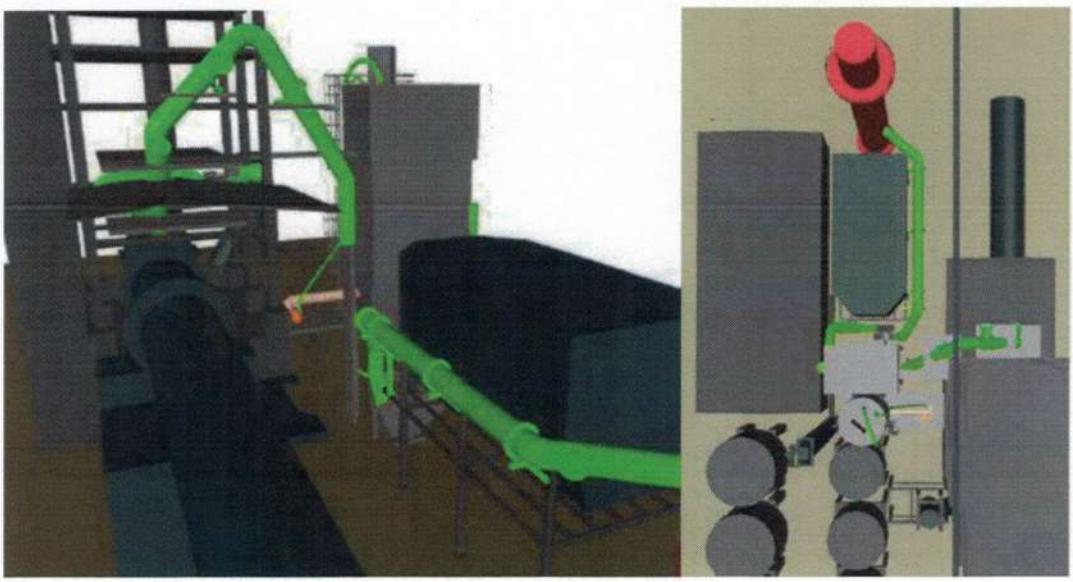


Bild 2-5 Zukünftige Anlage zur Kreislaufentlastung am Drehofen; in den grün dargestellten Rohrleitungen wird der Teilgasstrom der Frischluftkammer und anschließend dem Gewebefilter zugeführt; nach der Entstaubung erfolgt die Vereinigung mit dem Hauptabgasstrom am Kamin (rot)

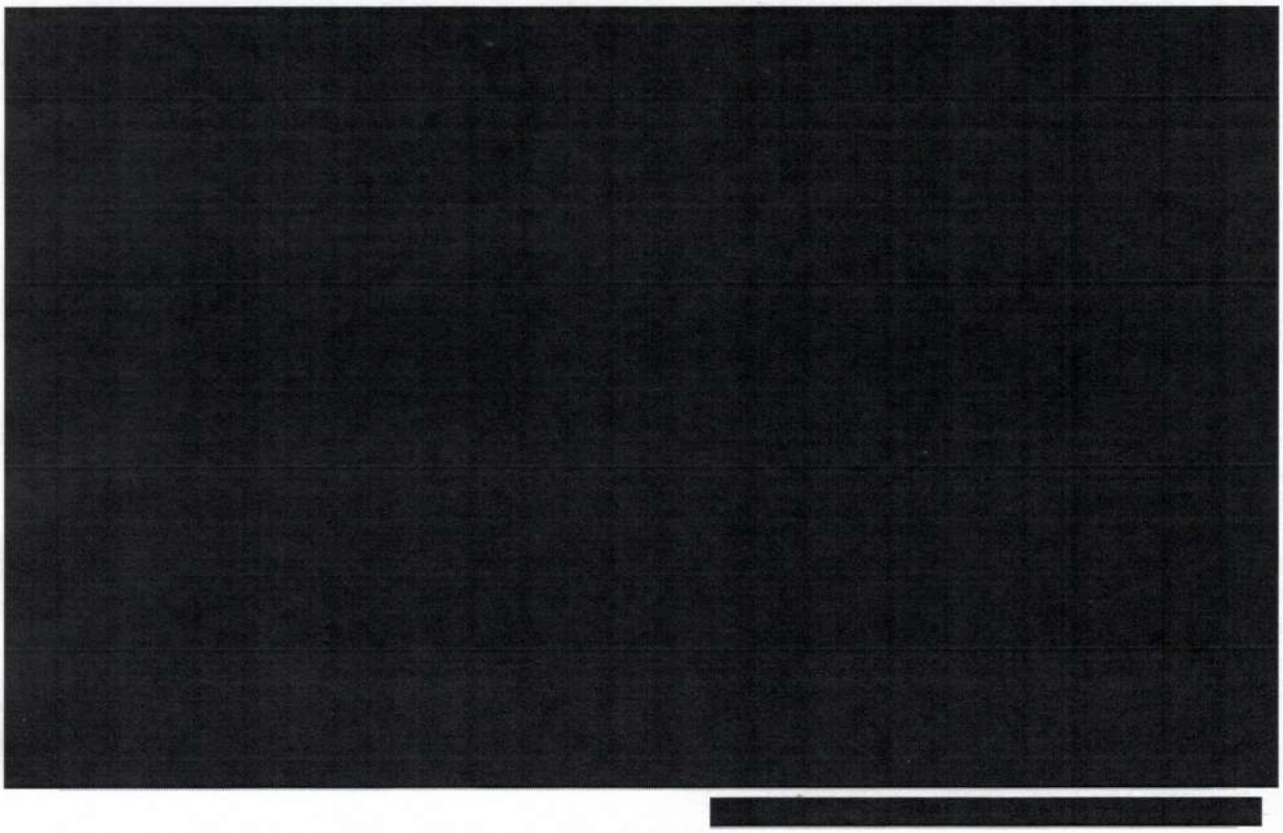


Bild 2-6 Abgasführung an der Drehofenanlage der Zement- und Kalkwerke Otterbein im Planzustand

2.2.2.3 Technische Daten der geplanten Einrichtungen zur Emissionsminderung

Heißgasfilter

Hersteller:	Scheuch
Anzahl Filterkerzen:	1.080 (Durchmesser 150 mm, Länge 4.000 mm)
Filterfläche:	2.030 m²
Gasmenge:	120.000 m³/h
Gastemperatur:	350 °C
Staubförderung:	Trogkettenförderschnecke mit nachgeschalteter Kühlschnecke und Zellenradschleuse

Selektive katalytische Rauchgasreinigung (SCR)

Hersteller:	Scheuch
Reduktionsmittel:	40 %-ige Harnstofflösung (Zugabe bevorzugt über oberste Zyklonstufe gegebenenfalls ergänzt durch SNCR-Plus-Eindüselanzen)
Katalysatortyp:	Wabe
Reduktionsmittelmenge:	dynamisch geregelt
Eindüselanzen:	oberste Zyklonstufe: maximal 2
	Steigschacht: maximal 12
Lage der Lanzen:	drei Ebenen à vier Stück im Steigschacht
Regelung der Eindüsung:	Temperatur- und NO_x-abhängig

Anlage zur Kreislaufentlastung:

Hersteller:	ThyssenKrupp
Ausschleusrate:	bis zu 8 %
Kühlung:	Frischluftzufuhr
Prozessschlauchfilter:	Gewebefilter (Glasfaser mit PTFE-Membran)
Abreinigung:	pneumatisch
Art des Staubaustrag:	Förderschnecke
Betriebsvolumenstrom:	bis zu 46.000 m³/h

2.2.2.4 Abgasvolumina in Ist- und Planzustand

Die geplanten Maßnahmen sind nicht mit einer Steigerung der Produktionskapazität am Standort verbunden. Auch zukünftig sollen maximal 650 Tonnen Klinker pro Tag produziert werden. Im Rahmen der Umweltverträglichkeitsuntersuchung im Jahr 2008 wurde seinerzeit ein trockener Abgasvolumenstrom von 60.000 m³/h (i. N. tr. bez. auf 10 Vol.-% O_2) bei maximaler Klinkerleistung zugrunde gelegt. In den letzten Jahren hat sich gezeigt, dass das spezifische Abgasvolumen im Reingas der Drehofenanlage bei ca. 2,5 Nm³/kg liegt (siehe Auswertung in **Bild 2-7**). Unter der Annahme einer Vollauslastung der Anlage (maximale Klinkerproduktion) berechnet sich so ein etwas höheres Abgasvolumen von rund 68.000 m³/h (i. N. tr. bez. auf 10 Vol.-% O_2). Dieses Abgasvolumen wurde deshalb den hiesigen Betrachtungen für den Ist- und Planzustand zugrunde gelegt.

Der tatsächliche Sauerstoffgehalt am Kamin beträgt derzeit (Istzustand) rund 14 Vol.-%, da die Kühlerabluft dem Ofenabgas zugemischt und gemeinsam mit dieser über den Hauptkamin abgeführt wird. Zukünftig wird ein Teilabgasstrom im Bereich des Ofeneinlaufs der neuen Anlage zur Kreislaufentlastung zugeführt und dort mit etwa 20.000 m³/h Frischluft angereichert (O_2-Gehalt 21 Vol.-%). Die Teilabgasströme (Ofenabgas mit Kühlerabluft und Abgasstrom aus der Anlage zur Kreislaufentlastung) werden nach den Entstaubungsanlagen wieder zusammengeführt. Der Sauerstoffgehalt im vereinigten Abgas erhöht sich durch die Frischluftzufuhr im Planzustand voraussichtlich auf rund 15 Vol.-%.

Die Abgasvolumina im Kamin bei Betriebssauerstoffgehalt (i. N. trocken und feucht sowie im Betriebszustand) sind im Planzustand deshalb etwas höher als im Istzustand. Hieraus berechnet sich eine etwas höhere Austrittgeschwindigkeit des Abgases am Kamin. Änderungen der durchschnittlichen Abgastemperatur und der Abgasfeuchte sind nach Angaben des Betreibers zukünftig nicht zu erwarten, weshalb für den Ist- und Planzustand gleiche Werte angesetzt wurden. In **Tabelle 2-1** sind die entsprechenden Zahlenwerte dargestellt.

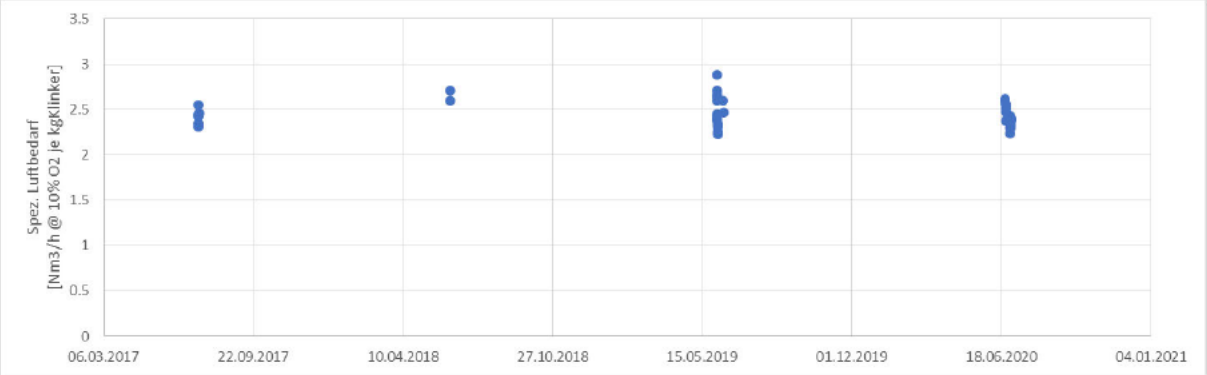


Bild 2-7 Spezifischer Luftbedarf (m³/h i. N. tr. bei 10 Vol.-% O_2) je kg Klinker (Auswertung der Ergebnisse der Emissionsmessungen in den Jahren ab 2017)

Tabelle 2-1 Abgasvolumina der Hauptemissionsquelle in Ist- und Planzustand bei maximaler Klinkerleistung

Hauptkamin (EQ 84)			
	Einheit	**Emissionsdaten**	
		ISTZUSTAND	**PLANZUSTAND**
		ohne HGF-SCR ohne Anlage zur Kreislaufentlastung	mit HGF-SCR mit Anlage zur Kreislaufentlastung
		max. 60 % EBS	**max. 100 % EBS**
Höhe	m	47	
Durchmesser Kaminmündung	m	1,5	
Austrittsfläche Kaminmündung	m²	1,77	
Abgastemperatur	°C	145	
Feuchte	Vol.-%	9	
Abgasvolumenstrom	Nm³/h, trocken, 10 % O_2	**68.000**	
Bezugssauerstoffgehalt	Vol.-%	**10**	
Betriebssauerstoffgehalt	%	**14**	**15**
Abgasvolumenstrom	Nm³/h, trocken, Betriebs-O_2	**106.857**	**124.667**
Abgasvolumenstrom	Nm³/h, feucht, Betriebs-O_2	**117.425**	**136.996**
Betriebsvolumenstrom	m³/h	**179.760**	**209.720**
Austrittsgeschwindigkeit (vq)	m/s	28,3	33

2.2.2.5 Erhöhung der Ersatzbrennstoffeinsatzrate / Anpassung des Brennstoffportfolios

Die thermische Energie zum Brennen des Zementklinkers aus dem gemahlenen Rohstoff Kalkstein wird über die Primär- und Ersatzbrennstoffe bereitgestellt. Als Primärbrennstoffe können Braunkohle, Steinkohle, PC-Staub sowie Erdgas zum Einsatz kommen. Um den Einsatz dieser fossilen Energieträger weiter zu reduzieren, können im Zementwerk Otterbein an der Drehofenanlage seit 2008 bis zu 60 % Ersatzbrennstoffe eingesetzt werden. Genehmigt ist der Einsatz von Fluff, Tiermehl, Flugasche, Trockenklärschlamm und ölverunreinigter Bleicherde [4]. Die eingesetzten Ersatzbrennstoffe werden durch entsprechende Aufbereitung geeigneter Reststoffe gewonnen, die nicht wiederverwendet oder wiederverwertet werden können. Zum Einsatz beim Klinkerbrennen müssen sie bestimmte Eigenschaften aufweisen, wie z. B. einen entsprechenden Heizwert sowie geringe Spurenelementgehalte. Die Aschen der Brennstoffe müssen außerdem stofflich zur Klinkermatrix passen, da beim Klinkerbrennprozess sämtliche Aschen im Klinker eingebunden werden und somit keine zu entsorgenden Reststoffe anfallen. Aus diesem Grund können auch nicht beliebig viele Reststoffe in beliebiger Menge eingesetzt werden. Die Zusammensetzung und Qualität der Ersatzbrennstoffe bestimmt schlussendlich, ob und in welchen Mengen diese eingesetzt werden können.

Der Einsatz von Ersatzbrennstoffen an Drehofenanlagen in der deutschen Zementindustrie wird seit Jahrzehnten praktiziert und ist umfangreich erforscht. Viele Werke können mittlerweile bis zu 100 % qualitätsgesicherte Ersatzbrennstoffe einsetzen und leisten damit einen wertvollen Beitrag zur Kreislaufwirtschaft, zum Klimaschutz und zur Schonung natürlicher Ressourcen. Mit den geplanten Modernisierungsmaßnahmen können so auch im Zementwerk Otterbein optimale Voraussetzungen geschaffen werden, den Ersatzbrennstoffeinsatz weiter zu erhöhen. Das Unternehmen beantragt deshalb eine Erhöhung der Einsatzrate auf bis zu 100 % der Feuerungswärmeleistung des Ofens sowie damit verbunden eine Anpassung des gegenwärtigen Brennstoffportfolios. Dies ist in **Tabelle 2-2** dargestellt.

Die Ersatzbrennstoffart „Fluff“, die sogenannte flugfähige Feststofffraktion, beschreibt Materialien, welche aus der Aufbereitung von definierten Reststoffströmen bestehen. Zur Verbesserung der lieferantenbezogenen Materialverfügbarkeit wird beantragt, die unter der Ersatzbrennstoffart „Fluff“ subsumierten bereits genehmigten Abfallschlüsselnummern (191208 und 191210) um die Abfallschlüsselnummer 191212 zu ergänzen. Daneben wird beantragt, die Ersatzbrennstoffart „Fluff“ anhand des Heizwertes in eine hochkalorische sowie eine mittelkalorische Fraktion zu differenzieren.

Die Abfallschlüsselnummern für die Brennstoffe Trockenklärschlamm und Tiermehl bleiben unverändert. Der Einsatz beider Brennstoffe soll außerdem mengenmäßig etwas erhöht werden können. Für Holzspäne werden zwei Abfallschlüsselnummern für unbelastete, nicht gefährliche Qualitäten beantragt.

Auf den bislang genehmigten Einsatz von Flugasche sowie Ölverunreinigter Bleicherde wird zukünftig verzichtet.

Tabelle 2-2 Aktuell genehmigter und zukünftig geplanter Brennstoffeinsatz an der Drehofenanlage

	Einheit	Genehmigt	Geplant
Ofenkapazität	t/d (max.)	650	650
EBS-Einsatzrate	% FWL (max.)	60	100
Regelbrennstoffe			
Kohlenstaub [1)] Erdgas [2)]	% FWL (max.)	100	100
Ersatzbrennstoffe			
Fluff	% FWL t/h (max.)	60 2,955	
Fluff, hochkalorisch	% FWL t/h (max.)	- 	**100** 4,92
Fluff, mittelkalorisch	% FWL t/h (max.)	- 	**60** 4,06
Tiermehl	% FWL t/h (max.)	30 1,47	**50** 2,90
Trockenklärschlamm [2)]	% FWL t/h (max.)	10 0,89	**20** 1,97
Holzspäne	% FWL t/h (max.)	- 	**20** 1,28
Flugasche	% FWL t/h (max.)	2 1,47	entfällt
Ölverunreinigte Bleicherde	% FWL t/h (max.)	5,6 0,5	entfällt

EBS: Ersatzbrennstoff
FWL: Feuerungswärmeleistung
1) Steinkohle, Braunkohle oder PC-Staub
2) Wird nur fallweise eingesetzt
2) Bereits genehmigt; wurde aber bislang nicht eingesetzt

In der nachfolgenden **Tabelle 2-3** sind die entsprechenden Abfallschlüsselnummern und weitere Brennstoffcharakteristika sowie insbesondere auch die zukünftig beantragten maximalen Spurenelementgehalte der Ersatzbrennstoffe dargestellt.

Für den Ersatzbrennstoff Fluff sollen weiterhin die bislang bereits genehmigten maximalen Gehalte gelten. Dies gilt auch für den Trockenklärschlamm, dessen Einsatz an der Drehofenanlage zwar bereits genehmigt ist, der aber bislang nicht eingesetzt wurde. Der Ersatzbrennstoff Tiermehl wird seit vielen Jahren eingesetzt. Im Hinblick auf die Spurenelementgehalte wird hier für die Komponenten Blei und Nickel ein etwas höherer Maximalgehalt beantragt, bedingt durch die Erschließung neuer Lieferquellen infolge der geplanten Steigerung des Einsatzes zur weiteren Einsparung von CO_2-Emissionen. Für den neuen Ersatzbrennstoff „Holzspäne“ liegen noch wenig Analysenwerte vor. Aus diesem Grund werden maximale Gehalte (hier: 80 %-Perzentilwerte) beantragt, die beim Verein Deutscher Zementwerke im Rahmen der Tätigkeiten des Arbeitskreises „Spurenelemente“ ermittelt wurden.

Die Auswirkungen des erhöhten Brennstoffeinsatzes und des veränderten Brennstoffportfolio auf das Emissionsniveau für Spurenelemente im Abgas der Drehofenanlage wurden im Rahmen ausführlicher Stoffflussanalysen detailliert untersucht (siehe Kapitel 5.2).

Grundsätzlich soll eine Erhöhung der Ersatzbrennstoffrate auf > 60 % der Feuerungswärmeleistung sowie die beantragten Änderungen von Brennstoffmix und -charakteristika nach erfolgreicher Umsetzung der HGF-SCR sowie der Anlage zur Kreislaufentlastung erfolgen.

Tabelle 2-3 Brennstoffcharakteristika und Spurenelementgrenzwerte (maximale Gehalte) der vorgesehenen Ersatzbrennstoffe

		Fluff	Fluff	Trocken-klär-schlamm	Tiermehl	Holz-späne
		mittelka-lorisch	hochkalo-risch			
Abfallschlüsselnummer		191208	191208	190805	020203	030105
		191210	191210			191207
		191212	191212			
Mengen	t/h (min)	0	0	0	0	0
	t/h (max)	4,06	4,92	1,97	2,90	1,28
Max. Anteil der FWL in %		**60**	**100**	**20**	**50**	**20**
Heizwert	MJ/kg (min)	16	22	8	12	17
	MJ/kg (max)	25	35	20	24	20
	Mittelwerte (MJ/kg) in der Praxis			11	18,7	
Schadstoff-gehalte	PCB (polychlo-rierte Biphe-nyle)	Keine Begrenzung erforderlich wegen generell niedriger Fracht und vollständiger Verbrennung bei hohen Temperaturen				
	PCP (Penta-chlorphenol)					
Maximalwerte	**Chlor (M.-%)**	<1	<1	<1	<1	<1
	Fluor (M.-%)	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
	Schwefel (M.-%)	<2	<2	<2	<2	<2
Schwer-metalle	Hg	1,2	1,2	1,5	0,1	0,3
	Cd	9	9	4	0,5	1,6
	Tl	2	2	2	2	1
	As	13	13	13	5	3
	Co	140	140	12	3	5,2
	Ni	160	160	100	40 [1)]	15,2
	Sb	200	200	100	10	4,8
Maximalwerte in mg/kg	Pb	400	400	200	10 [2)]	310
	Cr	250	250	100	10	51
	Cu	700	700	500	30	32
	Mn	500	500	750	45	170
	V	25	25	83	4	4,5
	Sn	70	70	500	3	4,8

1) Erhöhung von 7 auf 40 mg/kg
2) Erhöhung von 5 auf 10 mg/kg

2.2.2.6 Dosierung und Lagerung von Ersatzbrennstoffen

Die bestehenden Silos zur Lagerung von Kohlenstaub, PC-Staub sowie von Ersatzbrennstoffen werden unverändert weiter genutzt (siehe **Tabelle 2-4**). Alle Brennstoffe werden in geeigneten Lagereinrichtungen gelagert. Die Anforderungen des Brand- und Explosionsschutzes werden auf Grundlage von Gefährdungsbeurteilungen adressiert. Tiermehl und Trockenklärschlamm werden in einem gemeinsamen Silo gelagert, aber nicht vermischt, weshalb beide Ersatzbrennstoffe nicht gleichzeitig aufgegeben werden können.

Der Ersatzbrennstoff Fluff wird bislang über eine bestehende Walking-Floor-Anlage mit zwei Andockstationen aufgegeben. Für die zukünftig sich erhöhenden Anliefermengen soll eine zweite Anlage mit zwei weiteren Andock-Stationen und einer Förderleistung von bis zu ca. 5 t/h errichtet werden. Über die Andockstationen können LKW-Auflieger angeschlossen werden, aus denen die Ersatzbrennstoffe in die Dosiertechnik gefördert werden. Auch die Holzspäne sollen zukünftig über die Walking-Floor-Anlage aufgegeben werden. Bei der Anlieferung dockt der Walking-Floor-Trailer an die Annahmebox an. Diese ist seitlich mit elastischen Gummiabdichtungen verkleidet, wodurch der Auflieger formdicht abgeschlossen wird. Durch eine Einfahrbreite von 2,5 m dichtet die elastische Gummiabdichtung ab und verhindert somit Staubaustritt. Durch den Trogkettenförderer wird das in die Annahmebox geschobene Material in das Rohrwagensystem gebracht. Dieses ist mit dem Prozessleitsystem des Drehofens verbunden, somit kann die benötigte Menge an Ersatzbrennstoff durch die Injektorzellenradschleuse in den Hauptbrenner des Drehofens gelangen. Die Anlage wird von drei Seiten eingehaust und ist überdacht. Durch das dichte Anliegen des Aufliegers tritt kein Ersatzbrennstoff aus.

Tabelle 2-4 Genehmigte und geplante Lagerkapazitäten für die eingesetzten Brennstoffe

Lagereinrichtung		genehmigt	geplant
Kohlenstaubsilo	m³	360	360
PC-Staubsilo	m³	100	100
Ersatzbrennstoffsilo (Tiermehl, Trockenklärschlamm)	m³	200	200
Walking-Floor-Anlagen (Holzspäne, Fluff)	m³	**2 x 90 ***	**4 x 90**

* Typische LKW-Auflieger besitzen ein Volumen von rund 90 m³

2.2.2.7 Sonstige vorgesehene Änderungen – Einsatzmenge Eisenoxidträger

Das zur Klinkerherstellung in der Drehofenanlage erforderliche Rohmehl besteht im Wesentlichen aus dem Rohstoff Kalkstein sowie zu geringen Anteilen Sand (Grubensand oder Gießereialtsand) als Siliziumträger und technischem Eisenoxid als Eisenträger. Alle Rohstoffe werden in der Rohmühle zum Rohmehl vermahlen. Bislang war der Einsatz von Eisenoxid-Träger an der Rohmühle in der Größenordnung von maximal 2,5 Massen-% bzw. von maximal 3.500 t/a genehmigt.

Die gegenwärtige genehmigte Jahresmenge schränkt die erforderliche Einsatzmenge, die zur Sicherstellung einer hohen Produktqualität benötigt wird, ein, weshalb eine Anpassung der Einsatzmenge auf 6.000 t/a beantragt wird, unter Beibehaltung eines maximalen Anteils von 2,5 Massen-% an der Rohmehlmischung. Die gegenwärtig eingesetzte stündliche Menge bleibt unverändert.

Durch den Einsatz von Eisenoxid-Trägern im Rohmehl wird ein positiver Einfluss auf die Brennbarkeit des Klinkers im Drehrohr genommen. Die Viskosität der Klinkerschmelze wird vermindert, wodurch eine gleichmäßigere Sinterung erzielt werden kann. Dies hat zur Folge, dass Schwankungen entgegengewirkt wird, wodurch die Energieeffizienz gesteigert werden kann. Der thermische Energieeinsatz und somit die brennstoffbezogenen CO_2-Emissionen können somit außerdem vermindert werden.

2.2.2.8 Sonstige vorgesehene Änderungen – Hüttensandmehl

Seit 2013 ist der Einsatz von 10.000 t/a Hüttensandmehl sowie 5.000 t/a Hüttensand als Zementzuschlagstoff am Standort genehmigt. Die Bedeutung hüttensandhaltiger Zement gewinnt zukünftig im Hinblick auf die Möglichkeiten zur CO_2-Einsparung weiter an Bedeutung. Daher beantragt das Unternehmen, die Menge von Hüttensand und Hüttensandmehl zukünftig auf 25.000 t/a zu erhöhen.

Die Aufgabe von Hüttensand erfolgt gegenwärtig über einen Aufgabetrichter direkt in die Zementmühle. Bei höheren Aufgabemengen reicht die Mahlwärme der Zementmühle nicht aus um die eingetragene Feuchte zu verdampfen und limitiert somit die Hüttensandeinsatzmenge. Aus diesem Grund sollen zukünftig zusätzlich bis zu 10.000 t/a Hüttensand mit der Trockentrommel im thermischen Verbund mit der Drehofenanlage mit der verfügbaren Abwärme getrocknet werden. Anschließend soll der getrocknete Hüttensand über geeignete Förder- und Dosiertechnik auf die Zementmühle aufgegeben werden und wahlweise alleinig zu Hüttensandmehl oder gemeinsam mit weiteren Materialien zu hüttensandhaltigen Zementen vermahlen werden.

Der angelieferte Hüttensand soll auch weiterhin in den bereits bestehenden überdachten Boxen gelagert werden. Der Umschlag erfolgt per Radlader auf vorhandene Trichter. Förderbänder transportieren das Material anschließend zur Trockentrommel. Die Übergaben sind eingehaust und werden mittels Staubfilter entstaubt. Das getrocknete Material soll danach wahlweise in den Trockentrommel-Silos 1, 2 oder 3 gelagert werden. Von dort erfolgt die Beförderung über bestehende Band-Förderanlagen zum Vorratssilo an der Zementmühle. Das Mahlgut wird wie bisher auch in vorhandenen betrieblichen Silos gelagert.

2.2.2.9 Sonstige vorgesehene Änderungen – Tägliche Annahmemenge von Klinker und Zement im Falle von Betriebsstörungen

Aus Gründen der Betriebssicherheit und mit dem Ziel der Sicherstellung der Lieferfähigkeit im Falle von Anlagenausfällen ist bisher am Standort eine externe Anlieferung und Lagerung von Klinker und Zement von jeweils maximal 300 t/d sowie 21.600 t/a genehmigt. Der genehmigte Zeitraum ist auf maximal drei Monate pro Jahr, entsprechend 72 Tagen, fixiert.

In Anlehnung an die genehmigte Ofenleistung (650 t/d Klinkerproduktion) wird zur verbesserten Sicherstellung der Liefersicherheit im Falle von Anlagenausfällen nun beantragt, die Maximalmengen der täglichen externen Anlieferung im Falle einer Betriebsstörung auf jeweils bis zu 600 t/d Klinker bzw. Zement zu erhöhen. Der Zeitraum soll unverändert auf maximal 3 Monate pro Jahr, entsprechend 72 Tagen fixiert werden. Die maximalen Jahresmengen soll unverändert jeweils 21.600 t/a Klinker bzw. Zement betragen.

2.2.2.10 Derzeitige und beantragte Emissionsbegrenzungen

Die Emissionen der Ofenanlage sind laut aktuell geltenden Genehmigungsbescheiden [4], [6], [7] des Regierungspräsidiums Kassel auf die in **Tabelle 2-5** in den ersten beiden Spalten angegebenen Werte begrenzt. Sie entsprechen den Vorgaben der 17. Bundes-Immissionsschutzverordnung (BImSchV), Anlage 3, Nr. 2 [8]. Für Stickstoffoxide (NO_x) und Ammoniak (NH_3) und Schwefeloxide (SO_2) bestehen derzeit Ausnahmeregelungen gemäß § 24 (1) und Anlage 3, Nr. 2.1.2 und Nr. 2.1.4 der 17. BImSchV. Die Gültigkeit der Ausnahmeregelung für NO_x und NH_3 ist bis zum 31.12.2022 begrenzt. Zum 01.01. 2023 gelten daher die Emissionsbegrenzungen für NO_x gemäß Anlage 3, Nr. 2.1. d) und h) für NO_x und NH_3 (siehe **Tabelle 2-5** - Planzustand). Mit Betrieb der neuen HGF-SCR-Anlage kann zukünftig auf eine rohmaterialbedingte Ausnahmeregelung für NH_3 verzichtet werden.

Die ebenfalls rohmaterialbedingte Ausnahmeregelung für SO_2 wird zukünftig ebenfalls nicht mehr in Anspruch genommen, so dass für diese Komponente die Emissionsgrenzwerte gemäß Anlage 3, Nr. 2.1 e) und Nr. 2.2 d) der 17. BImSchV zum Tragen kommen.

Tabelle 2-5 Aktuell geltende Emissionsbegrenzungen* für die Hauptemissionsquelle und beantragte Emissionsbegrenzungen im Rahmen der geplanten Modernisierungsmaßnahmen

Komponente	Einheit	ISTZUSTAND		PLANZUSTAND	
		TMW	HMW	TMW	HMW
Staub	mg/m³	10	30	**10**	**30**
Fluorverbindungen, angegeben als HF	mg/m³	1	4	**1**	**4**
Chlorverbindungen, angegeben als HCl	mg/m³	10	60	**10**	**60**
Schwefeloxide, angegeben als SO_2	mg/m³	200	350	**50**	**200**
NO_x, angegeben als NO_2	mg/m³	200 230 [1)]	800	**200**	**400**
NO_x (Ausfallzeit HGF-SCR-Anlage) [2)]	mg/m³	-	-	**350**	**-**
NO_x (Jahreswert)	mg/m³	200 (JMW)		**200 (JMW)**	
NH_3	mg/m³	60	120	**30**	**60**
NH_3 (Ausfallzeit HGF-SCR-Anlage) [2)]	mg/m³	-	-	**50**	**-**
Organische Stoffe, angegeben als Gesamtkohlenstoff (Gesamt-C / TOC)	mg/m³	10	20	**10**	**20**
Hg und Verbindungen, angegeben als Hg	mg/m³	0,03	0,05	**0,03**	**0,05**
Cadmium und Thallium und seine Verbindungen, angegeben als Cd und Tl, insgesamt	mg/m³	0,05 (MPZ)		**0,05 (MPZ)**	
- Thallium und seine Verbindungen (Einzelwert)		0,048 (MPZ)		**0,048 (MPZ)**	
Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V und Sn, insgesamt	mg/m³	0,5 (MPZ)		**0,5 (MPZ)**	
As, Benzo(a)pyren, Cd, wasserlösliche Cobaltverbindungen, Cr(VI)-Verbindungen, insgesamt oder As, Benzo(a)pyren, Cd, Co, Cr, insgesamt	mg/m³	0,05 (MPZ)		**0,05 (MPZ)**	
Kohlenmonoxid	mg/m³	3.000	4.500	**3.000**	**4.500**
Benzol	mg/m³	5 (MPZ)		**5 (MPZ)**	
Dioxine und Furane, angegeben als Summenwert	ngTE/m³	0,1 (MPZ)		**0,1 (MPZ)**	

* Alle Angaben bezogen auf das Abgasvolumen im Normzustand trocken bei 10 Vol.-% Bezugssauerstoffgehalt
MPZ: Mittelwert über die Probenahmezeit
JMW: Jahresmittelwert
1) Gemäß Bescheid vom 17.12.2020 [7] gilt die Regelung, dass der Tagesmittelwert an bis zu 20 % der Jahresbetriebstage überschritten werden darf (maximal 350 mg/m³). Insofern entspricht das tatsächlich genehmigte Emissionsniveau 230 mg/m³ (0,8*200 mg/m³ + 0,2*350 mg/m³)
2) Die Ausfallzeiten der HGF-SCR-Anlage sollen zeitlich auf maximal 5 % der Laufzeit der Ofenanlage begrenzt werden.

Für den Fall von betriebsbedingten Ausfallzeiten der HGF-SCR-Anlage erfolgt die Abgasreinigung mittels der genehmigten und vorhandenen SNCR-PLUS-Technologie. Mit dieser Anlage kann zwar ein Emissionsniveau von 200 mg/m³ (i. N. tr. bez. 10 Vol.-% O_2) erzielt werden, allerdings liegt das Emissionsniveau für NH_3 dann erfahrungsgemäß im Bereich größer als 30 mg/m³, da die Umsetzung ohne Katalysator mit einem höheren Schlupf verbunden ist und insbesondere rohmaterialbedingt erhöhte Emissionen nicht gemindert werden. Der Betreiber beantragt für diese Ausfallzeiten, die gemäß aktueller TA Luft auf maximal 5 % der Ofenlaufzeit begrenzt sind, deshalb die in der TA Luft [9] genannten Grenzwerte von 350 mg/m³ (i. N. tr. bez. 10 Vol.-% O_2) für NO_x und von 50 mg/m³ (i. N. tr. bez. 10 Vol.-% O_2) für NH_3 (jeweils Tagesmittelwerte).

2.2.2.11 Derzeitige und zukünftige Einrichtungen zur Emissionsüberwachung

In der nachfolgenden **Tabelle 2-6** ist dargestellt, welche Komponenten aktuell und zukünftig kontinuierlich messtechnisch erfasst und überwacht werden. Die Emissionen an Gesamtkohlenstoff werden bislang nur diskontinuierlich gemessen. Hier ist mit der Umsetzung der geplanten Modernisierungsmaßnahmen die Einrichtung einer kontinuierlichen Messvorrichtung zur Bestimmung des Konzentrationsniveaus im Reingas vorgesehen.

Tabelle 2-6 Kontinuierlich überwachte Abgaskomponenten im Reingaskamin der Drehofenanlage

Komponente	Hersteller / Typ	Planung
Volumenstrom	ABB Automation GmbH / StackFlow Master	unverändert
Staub	Durag / D-R 808	unverändert
Schwefeloxide (als SO_2)	ABB Automation GmbH / ACF 5000	unverändert
Stickstoffoxide (als NO_2)		unverändert
Ammoniak (NH_3)		unverändert
Kohlenmonoxid (CO)		unverändert
Sauerstoff (O_2)		unverändert
Abgasfeuchte (H_2O)		unverändert
Gesamt-C	ABB Automation GmbH / Fidas 24	**neu**
Quecksilber	ENVEA SM-3	unverändert

Das Emissionsniveau der Komponenten HCl, HF, Benzol, PCDD/F sowie von Schwermetallen im Reingas wird heute und auch zukünftig im Rahmen der gesetzlich vorgeschriebenen Intervalle durch ein anerkanntes und zertifiziertes Messinstitut ermittelt und geprüft. Sowohl die Ergebnisse der kontinuierlichen Emissionsüberwachung als auch die Messberichte der wiederkehrenden Messungen müssen der zuständigen Genehmigungsbehörde zur Wahrnehmung ihrer Überwachungspflichten übermittelt werden.

2.3 Nutzung und Gestaltung von Fläche, Wasser, Boden und Landschaft

Die geplanten Modernisierungsmaßnahmen werden ausschließlich auf dem Werksgelände durchgeführt. Eine zusätzliche Flächenversiegelung findet nicht statt. Weiterhin sind mit dem Vorhaben keine Eingriffe in die Schutzgüter Wasser und Boden verbunden. Die neuen Anlagenaggregate (HGF-SCR, Anlage zur Kreislaufentlastung inklusive Filter sowie zusätzliche Walking-Flor-Anlage) verändern aufgrund ihrer Lage innerhalb des Standorts sowie der geringen Bauhöhe außerdem nicht das Landschaftsbild sowie die generellen Außenansicht des Zementwerks.

2.4 Abfallerzeugung

Durch die seit der letzten Umweltverträglichkeitsstudie durchgeführten Anlageninstallationen und das geplante Vorhaben entstanden und entstehen keine zusätzlichen Abfälle. Die eingesetzten alternativen Roh- und Brennstoffe werden nicht nur energetisch, sondern auch stofflich verwertet, d. h. die Verbrennungsrückstände (Aschen) werden zu Bestandteilen des Produkts, den so genannten Klinkerphasen. Die Entsorgung von anfallendem Verpackungsmaterial (z. B. Folien) sowie von verbrauchten Betriebsstoffen erfolgt über qualifizierte Entsorgungsfachbetriebe.

2.5 Umweltverschmutzung und Belästigungen

Der Mensch und insbesondere die menschliche Gesundheit stehen als zentrales Schutzgut im Mittelpunkt der Betrachtung. Der Mensch steht in vielfältiger Wechselbeziehung zu seiner Umwelt und ist oft deren prägendes Element. Aus diesem Grund wird auf die durch das Vorhaben bedingten möglichen Einwirkungen hinsichtlich Lärm (siehe Kapitel 4.2.1) und Gerüchen (siehe Kapitel 4.2.2) eingegangen. Zudem müssen mögliche Auswirkungen auf das Schutzgut *Luft* (siehe Kapitel 4.2.3 in Verbindung mit Kapitel 4.6) betrachtet werden.

2.5.1 Aktuelle Emissionssituation der Ofenanlage

Auf den nachfolgenden Seiten sind die Ergebnisse der kontinuierlichen (werksseitigen) und diskontinuierlichen (externen) Emissionsüberwachung an der Drehofenanlage aus den vergangenen Jahren 2019 – 2021 dargestellt (**Tabelle 2-7**). Diesen ist zu entnehmen, dass sich das Emissionsniveau in den vergangen drei Jahren nicht wesentlich verändert hat. Im Jahresmittel liegen die Emissionen für NO_x, NH_3, SO_2, Gesamtstaub, CO und Quecksilber deutlich unterhalb der jeweiligen Emissionsgrenzwerte. Dementsprechend gab es nur sehr wenige vereinzelte Überschreitungen. Für die Komponente CO wurden innerhalb der letzten drei Jahre drei Überschreitungen verzeichnet. Für die Komponente NO_x wurden insgesamt vier Überschreitungen registriert. Der Emissionsgrenzwert für Quecksilber wurde in drei Jahren einmal überschritten und der Grenzwert für NH_3 insgesamt dreimal. Auch die Ergebnisse der jährlichen externen Emissionsmessungen bestätigen ein niedriges Emissionsniveau für Chlor, Fluor, Schwermetalle, Gesamt-C, PCDD/F und PCB sowie Benzol. Die im Rahmen der externen Emissionsüberwachung gemessenen Konzentrationen im Abgas liegen zum Teil sehr deutlich unter den genehmigten Grenzwerten. In den vergangenen drei Betriebsjahren wurden stets Ersatzbrennstoffe (Fluff und Tiermehl) an der Drehofenanlage eingesetzt. Eine nachteilige Auswirkung auf das Emissionsniveau war dabei zu keinem Zeitpunkt festzustellen.

Tabelle 2-7 Ergebnisse kontinuierlicher und diskontinuierlich gemessener Emissionen an der Drehofenanlage des Zementwerkes Otterbein GmbH & Co. KG bei Einsatz von alternativen Brennstoffen (Jahre 2019 – 2021)

	Einheit	Genehmigung	Jahresmittel [Kontinuierliche Messung]			Emissionsmessungen der VDZ Service GmbH		
			2019	2020	2021	2019 [1] [10]	2020 [1] [11]	2021 [1] [12]
Klinkerleistung	t/d	**650 t/d**				574/551/546	595/604/601	514/530/533
Anteil Nennleistung	%	**100**				88/85/84	92/93/93	79/82/82
Rohmehl	t/h		-	-	-	40/39/38	42/42/42	36/37/37
Datum der Messungen	-		-	-	-	05.06 + 12./13.06.	30.06./01.07. + 06.07.	30.06./01.07. + 06.07
Betriebsart	-		-	-	-	VB/VB/VB	VB/VB/VB	VB/VB/VB
Brennstoffe	-		Kohle, Fluff, Tiermehl	Kohle, Fluff, Tiermehl	Kohle, Fluff, Tiermehl	Kohle, Fluff, Tiermehl	Kohle, Fluff, Tiermehl	Kohle, Fluff, Tiermehl
Anteil EBS	%	**60**	39,3	46,6	46,7	45/45/43	48/49/46	58/60/60
Abgasmenge	m³/h i. N. tr. [2]		-	-	-	57.700 / 55.800 / 56.700	59.200 / 58.000 / 58.000	50.600 / 50.300 / 50.200
NO_x als NO_2	mg/m³	**200 / 800**	198	170	170	218/262/361	-	-
NH_3	mg/m³	**60 / 120**	19,5	25,5	37,0	-	-	-
SO_2	mg/m³	**200 / 350**	4,2	0,69	1,51	3,3 / 6,2 / 4,0	-	-
Gesamtstaub	mg/m³	**10 / 30**	0,13	0,41	0,44	0,6 / 0,5 / 0,6	1,54 / 2,56 / 2,09	9,78 / 6,54 / 8,26
$C_{organisch}$	mg/m³	**10 / 20**	-	-	-	7,6 / 6,5 / 6,5	8,0 / 4,3 / 8,0	11,7 / 13,2 / 7,5
CO	mg/m³	**3.000 / 4.500**	858	852	1.466	558/481/860	-	-
HCl	mg/m³	**10 / 60**	-	-	-	1,3 / 2,1 / 1,2	0,26 / 0,92 / 0,64	0,41 / 0,23 / <0,07
HF	mg/m³	**1 / 4**	-	-	-	0,13 / 0,12 / 0,12	< 0,20	0,19 / 0,15 / 0,17
Hg	mg/m³	**0,03 / 0,05**	0,007	0,006	0,006	0,004 / 0,004 / 0,005	-	-

VB: Verbundbetrieb; DB: Direktbetrieb; MPZ: Mittelwert über Probenahmezeit; n. n.: nicht nachweisbar; n. b: kein Kongener nachweisbar
1) Mittelwert über Messzeitraum je Messtag; für die Komponenten Sb – Sn ist der jeweils höchste Messwert aus drei Messungen dargestellt
2) bez. auf 10 Vol.-% O_2 3) Tagesmittelwert / Ha bstundenmittelwert

Tabelle 2-5 Ergebnisse kontinuierlicher und diskontinuierlich gemessener Emissionen an der Drehofenanlage des Zementwerkes Otterbein GmbH & Co. KG bei Einsatz von alternativen Brennstoffen (Jahre 2019 – 2021) - **Fortsetzung**

	Einheit	Genehmigung	Jahresmittel			Emissionsmessungen der VDZ Service GmbH		
			2019	2020	2021	2019 [1] [10]	2020 [1] [11]	2021 [1] [12]
Cd	mg/m³		-	-	-	0,00034	0,0003	0,0031
Tl	mg/m³		-	-	-	n. n.	0,000024	0,000058
∑ Cd, Tl	mg/m³	**0,05 (MPZ)**	-	-	-	0,0003 / 0,0002 / 0,0003	0,00032 / 0,00024 / 0,00032	0,00042 / 0,00028 / 0,0032
Sb	mg/m³		-	-	-	n. n.	0,00009	0,00011
As	mg/m³		-	-	-	n. n.	0,00013	0,00017
Pb	mg/m³		-	-	-	0,0044	0,0045	0,0064
Cr	mg/m³		-	-	-	0,0029	0,0017	0,004
Co	mg/m³		-	-	-	n. n.	0,00011	0,0002
Cu	mg/m³		-	-	-	0,0055	0,0034	0,0069
Mn	mg/m³		-	-	-	0,0085	0,0096	0,026
Ni	mg/m³		-	-	-	0,0041	0,0025	0,0077
V	mg/m³		-	-	-	n. n.	0,00028	0,00055
Sn	mg/m³		-	-	--	n. n.	0,00034	0,00015
∑ Sb – Sn	mg/m³	**0,5 (MPZ)**	-	-	-	0,021 / 0,005 / 0,011	0,017 / 0,022 / 0,015	0,043 / 0,024 / 0,046
∑ As – Cr	mg/m³	**0,05 (MPZ)**	-	-	-	0,003 / 0,0002 / 0,0003	0,0015 / 0,0021 / 0,0019	0,0025 / 0,0015 / 0,0075
PCDD/F und PCB	ng TE/m³	**0,1 (MPZ)**	-	-	-	0,0012 / 0,013 / 0,0012	0,0018 / 0,0002 / 0,0022	0,0012 / 0,0015 / 0,0014
Benzol	mg/m³	**5**	-	-	-	0,33 / 0,39 / 0,39	0,44 / 0,46 / 0,43	0,5 / 0,5 / 0,5

VB: Verbundbetrieb; DB: Direktbetrieb; MPZ: Mittelwert über Probenahmezeit; n. n.: nicht nachweisbar; n. b: kein Kongener nachweisbar
1) Mittelwert über Messzeitraum je Messtag; für die Komponenten Sb – Sn ist der jeweils höchste Messwert aus drei Messungen dargestellt
2) bez. auf 10 Vol.-% O_2 3) Tagesmittelwert / Ha bstundenmittelwert

2.5.2 Derzeitiges und geplantes Roh- und Brennstoffmengengerüst

In **Tabelle 2-8** dargestellt sind die aktuell genehmigten natürlichen und alternativen Rohstoffe, die in der Drehofenanlage zur Herstellung von Zementklinker eingesetzt werden können. Die mengenmäßig größte Fraktion, der Kalkstein, wird im angrenzenden Steinbruch gewonnen. Darüber hinaus ist der Einsatz von extern angeliefertem Kalkstein genehmigt [5], der aber nur in kleinen Mengen eingesetzt wird. Die Kalksteinarten sind von ihrer Zusammensetzung her ähnlich, was für eine gleichbleibende Produktqualität ohnehin erforderlich ist. Als Siliziumträger können Grubensand (= Natursand) sowie alternativ Gießereialtsand [13] eingesetzt werden. Für den Ersatzrohstoff technisches Eisenoxid wird eine Erhöhung der aktuell genehmigten jährlichen Einsatzmenge beantragt; die stündliche Zugabemenge bzw. der maximale Anteil an der Rohmehlmischung sollen aber unverändert bleiben.

Der Rohmehl-/Klinkerfaktor (= Menge des eingesetzten feuchten Rohmaterials im Verhältnis zur Menge des produzierten Klinkers) an der Drehofenanlage beträgt derzeit 1,68. Dies bedeutet, dass bei einer Klinkerproduktion von maximal 650 t/d (= 27,1 t/h) in Summe 1.092 t/d (= 45,5 t/h) Rohmehl benötigt werden. Zur Prognose der Luftschadstoffemissionen im Planzustand bei Einsatz von bis zu 100 % Ersatzbrennstoffen wurden ausführliche Stoffflussanalysen für den Ist- und Planzustand vorgenommen (siehe Kapitel 5). Das in **Tabelle 2-9** dargestellte Rohstoffmengengerüst wurde dabei zugrunde gelegt. Es ist repräsentativ für die Drehofenanlage bei einer angenommen Maximalauslastung der Anlage. Aufgrund der vergleichbaren Zusammensetzung der eingesetzten Kalksteine wurde keine Unterscheidung zwischen den verschiedenen Sorten gemacht.

Tabelle 2-8 Im Zementwerk Otterbein eingesetzte Rohstoffe zur Klinkerproduktion

	Genehmigte Einsatzmenge	Beantragte Einsatzmenge
Kalkstein aus eigenem Steinbruch	nicht begrenzt	nicht begrenzt
Kalkstein aus externer Lieferung	81.000 t/a	unverändert
Grubensand [1)]	nicht begrenzt	unverändert
Quarzsandfüller [1)]	2.000 t/a	unverändert
Gießereialtsand [1)] - AVV 100908 - AVV 101008	2,3 t/h	unverändert
Technisches Eisenoxid [1)]	3.500 t/a	6.000 t/a

1) externe Anlieferung

Tabelle 2-9 Repräsentatives Rohstoffmengengerüst bei 650 t/d Klinkerproduktion

	Einsatzmenge	Anteil an Gesamt	Materialfeuchte
	kg/h, f.	%	M.-%
Kalkstein	39.929	87,7	0,5
Grubensand	4.073	8,95	8,0
Gießereialtsand	684	1,50	0,52
Technisches Eisenoxid	815	1,79	7,8
Rohstoffmenge	**45.500**	**100**	

In **Tabelle 2-10** sind die verschiedenen Brennstoffmengengerüste in Ist- und Planzustand dargestellt, die im Rahmen der Stoffflussanalysen (siehe Kapitel 5.2) betrachtet wurden. Sie basieren auf einer maximalen Klinkerproduktion von 650 t/d und einem Brennstoffenergiebedarf der Anlage von 4.000 kJ/kg Klinker. Hieraus berechnet sich bei maximaler Anlagenauslastung ein Brennstoffenergiestrom von 108,33 GJ/h.

Die verschiedenen Szenarien wurden so gewählt, dass für jeden Ersatzbrennstoff mindestens einmal die maximal beantragte Einsatzmenge berücksichtigt wird. Das Szenario für den Istzustand orientiert sich an der gegenwärtigen Ersatzbrennstoffrate von ca. 55 %. Für den Planzustand wurden drei Szenarien mit Einsatz von 80 % EBS und fünf Szenarien mit Einsatz von 100 % EBS berücksichtigt. Die insgesamt acht Szenarien für den Planzustand bilden so die insgesamt verfügbare Bandbreite und sämtliche möglichen Brennstoffkombinationen ab.

Tabelle 2-10 Brennstoffmengengerüst im heutigen Zustand (Einsatz von maximal 60 % EBS) und im geplanten Zustand (Einsatz von bis zu 100 % EBS)

	Heizwert H_u	ISTZUSTAND			PLANZUSTAND (80 %) – Szenario 1			PLANZUSTAND (80 %) – Szenario 2		
	kJ/kg, f.	%	t/h, feucht	GJ/h	%	t/h, feucht	GJ/h	%	t/h, feucht	GJ/h
Kohlenstaub	25.000 [1]	**45**	1,95	48,75	**20**	0,87	21,67	**20**	0,87	21,67
Fluff (hoch)	22.000 [2]	**40**	1,97	43,33	**80**	3,94	86,67	**40**	1,97	43,33
Fluff (mittel)	16.000 [2]							**25**	1,69	27,08
Tiermehl	18.700 [3]	**15**	0,87	16,25				**15**	0,87	16,25
Trockenklärschlamm	11.000 [4]									
Holzspäne	17.000 [2]									
Summe		**100**		108,33	**100**		108,33	**100**		108,33
	Heizwert H_u	PLANZUSTAND (80 %) – Szenario 3			PLANZUSTAND (100 %) – Szenario 4			PLANZUSTAND (100 %) – Szenario 5		
	kJ/kg, f.	%	t/h, feucht	GJ/h	%	t/h, feucht	GJ/h	%	t/h, feucht	GJ/h
Kohlenstaub	25.000	**20**	0,87	21,67						
Fluff (hoch)	22.000				**50**	2,46	54,17	**60**	2,96	65,00
Fluff (mittel)	16.000	**60**	4,06	65,00				**20**	1,35	21,67
Tiermehl	18.700	**20**	1,16	21,67	**50**	2,90	54,17			
Trockenklärschlamm	11.000							**20**	1,97	21,67
Holzspäne	17.000									
Summe		**100**		108,33	**100**		108,33	**100**		108,33
	Heizwert H_u	PLANZUSTAND (100 %) – Szenario 6			PLANZUSTAND (100 %) – Szenario 7			PLANZUSTAND (100 %) – Szenario 8		
	kJ/kg, f.	%	t/h, feucht	GJ/h	%	t/h, feucht	GJ/h	%	t/h, feucht	GJ/h
Kohlenstaub	25.000									
Fluff (hoch)	22.000	**70**	3,45	75,83	**55**	2,71	59,58	**100**	4,92	108,33
Fluff (mittel)	16.000				**25**	1,69	27,08			
Tiermehl	18.700	**10**	0,58	10,83						
Trockenklärschlamm	11.000				**10**	0,99	10,83			
Holzspäne	17.000	**20**	1,28	21,67	**10**	0,64	10,83			
Summe		**100**		108,33	**100**		108,33	**100**		108,33

1) Der Heizwert wurde so gewählt, dass er ungefähr dem Mittel der Heizwerte von Braunkohle und Steinkohle entspricht
2) Konservativ: untere Bandbreite der Angaben in **Tabelle 2-3**
3) Mittelwert aus zahlreichen Analysen
4) Typischer Praxiswert

2.5.3 Zusammensetzung der Roh- und Brennstoffe

Durch die Roh- und Brennstoffe werden dem Drehofen neben den Haupt- und Nebenbestandteilen auch Spurenelemente zugeführt. Aufschluss über die Spurenelementemissionen liefert eine Abschätzung der Elementeinnahmen in den Klinkerbrennprozess. Die hierfür zugrunde gelegten mittleren Spurenelementgehalte in den Rohstoffen und Brennstoffen sowie die maximalen Spurenelementgehalte in den alternativen Brennstoffen Fluff (hoch- und mittelkalorisch), Tiermehl, Trockenklärschlamm und Holzspäne sind in den nachfolgenden **Tabelle 2-11** und **Tabelle 2-12** dargestellt. Die mittleren Gehalte präsentieren dabei den üblichen praxisnahen Betriebszustand, der für den größten Teil der Ofenbetriebszeit gilt. Die maximalen Gehalte treten nur in Form kurzzeitiger Spitzenwerte auf und dienen der Abschätzung, inwieweit die Emissionsgrenzwerte auch bei kurzzeitigen Eintragsspitzen eingehalten werden.

Tabelle 2-11 Mittlere Spurenelementgehalte der eingesetzten Rohstoffe

		Rohmaterialmischung [1]	Kalkstein [2]	Grubensand [2]	Gießereialtsand [2]	Technisches Eisenoxid [3]
Feuchte	M.-%		0,5	8,0	0,52	7,8
Hg	mg/kg, tr.	*0,03*	0,01	0,03	0,03	0,22
Cd	mg/kg, tr.	*0,32*	0,10	0,10	1,0	10,98
Tl	mg/kg, tr.	*0,38*	0,50	0,16	1,0	0,78 2,0 [4]
As	mg/kg, tr.	*5,3*	7,4	2,6	5,0	21,5
Co	mg/kg, tr.	*4,7*	4,1	2,0	20,0	18,4
Ni	mg/kg, tr.	*14*	12,8	7,5	9,2	165
Sb	mg/kg, tr.	*1,1*	1,0	1,0	50,0	7,9
Pb	mg/kg, tr.	*12*	23,0	5,4	5,3	1.734
Cr	mg/kg, tr.	*25*	14,8	15,2	13,0	513
Cu	mg/kg, tr.	*13*	14,2	6,3	21,0	174
Mn	mg/kg, tr.	*228*	221	40,0	250	5.690
V	mg/kg, tr.	*30*	20,8	12,7	10,0	134
Sn	mg/kg, tr.	*4,4*	1,0	3,4	30,0	54,3

1) Erfahrungswerte des Forschungsinstituts der Zementindustrie – Arbeitskreis Spurenelemente: 50%-Perzentilwerte für die Rohstoffmischung
2) Werte aus UVU 2008 übernommen
3) Mittelwerte aktueller Analysen aus 2020 / 2021
4) Thallium ist laut Genehmigung auf 2 mg/kg$_{TS}$ begrenzt; dieser Wert wurde desha b für die Stoffflussanalyse zugrunde gelegt

Für die Rohstoffe Kalkstein, Grubensand und Gießereialtsand wurden dieselben mittleren Spurenelementgehalte zugrunde gelegt, die auch für die Stoffflussanalysen bei der Umweltverträglichkeitsprüfung im Jahr 2008 verwendet wurde. Für das Technische Eisenoxid liegen zahlreiche aktuelle Analysenwerte vor und darüber hinaus hat seit 2008 ein Lieferantenwechsel stattgefunden. Aus diesem Grund wurden neuere Analysenwerte (Mittelwerte) aus den Jahren 2020 / 2021 verwendet. Zum Vergleich sind in **Tabelle 2-11** Werte einer typischen Rohmaterialmischung angegeben. Die Spurenelementgehalte von Kalkstein, Grubensand und Gießereialtsand sind damit gut vergleichbar. Das Technische Eisenoxid weist im Vergleich höhere Spurenelementgehalte auf, ist aber mengenmäßig auf maximal 2,5 M.-% der Rohmaterialmischung begrenzt. Insofern ist durch die geringere Einsatzmenge (ca. 1 t/h im Vergleich zu knapp 40 t/h Kalkstein) der Eintrag an Schwermetallen begrenzt.

Für den Regelbrennstoff Kohlenstaub liegen keine Analysenwerte vor. Im Leitfaden zur energetischen Verwertung von Abfällen in Zement-, Kalk- und Kraftwerken in Nordrhein-Westfalen [14] sind mittlere

Gehalte von Braun- und Steinkohlen aufgeführt. Da Steinkohle etwas höhere Schwermetallkonzentrationen aufweist als Braunkohle wurden konservativ die Werte für Steinkohle in der Stoffflussanalyse (Kapitel 5.2) angesetzt.

Fluff und Tiermehl werden seit vielen Jahren als Ersatzbrennstoffe an der Drehofenanlage eingesetzt. Hier liegen zahlreiche Analysenwerte vor. Die in **Tabelle 2-12** aufgeführten mittleren Gehalte, die daraus berechnet wurden zeigen, dass die tatsächlichen Spurenelementgehalte in der Regel deutlich unter dem jeweiligen Maximalwert liegen. Der Einsatz von Trockenklärschlamm an der Drehofenanlage ist zwar genehmigt, bisher wurde dieser Brennstoff allerdings noch nicht eingesetzt. Entsprechend liegen keine aktuellen Analysenwerte vor, weshalb als mittlere Gehalte die Werte angenommen wurden, die auch in der Umweltverträglichkeitsuntersuchung in 2008 für die damaligen Stoffflussanalysen angesetzt wurden.

Für den zukünftig neuen Ersatzbrennstoff Holzspäne liegen nur wenige Analysenwerte vor. Im VDZ-Arbeitskreis „Spurenelemente“ wurden seinerzeit Holzspäne ausführlich analysiert und untersucht. Die in diesem Arbeitskreis ermittelten Gehalte (50- und 80 %-Perzentilwerte) wurden deshalb für die Stoffflussanalysen zugrunde gelegt.

Tabelle 2-12 Mittlere und maximale Spurenelementgehalte in den eingesetzten Brennstoffen

Komponente		Kohlen-staub	Fluff (mittel- und hochkalorisch)		Tiermehl		Trockenklärschlamm		Holzspäne	
		mittel [1]	mittel [3]	max [4]	mittel [3]	max [4]	mittel [2]	max [4]	50 %-P. [7]	80 %-P. [7]
Feuchte	M.-%	10 [2]	0,6 [5]		3,6 [5]		10 [6]		5 [5]	
Hg	mg/kg, tr.	0,20	0,10	**1,20**	0,10	**0,10**	1,00	**1,50**	0,18	**0,30**
Cd	mg/kg, tr.	0,30	0,60	**9,00**	0,19	**0,50**	1,50	**4,00**	0,82	**1,60**
Tl	mg/kg, tr.	0,30	0,10	**2,00**	0,10	**2,00**	0,50	**2,00**	0,50	**1,00**
As	mg/kg, tr.	13,6	1,00	**13,0**	1,00	**5,00**	5,00	**13,0**	1,90	**3,00**
Co	mg/kg, tr.	16,7	100,6	**140**	1,30	**3,00**	12,0	**12,0**	3,10	**5,20**
Ni	mg/kg, tr.	45,0	6,59	**160**	7,13	**40,0**	80,0	**100**	7,00	**15,2**
Sb	mg/kg, tr.	2,50	17,3	**200**	2,11	**10,0**	6,40	**100**	3,00	**4,80**
Pb	mg/kg, tr.	68,0	20,95	**400**	6,10	**10,0**	89,0	**200**	183	**310**
Cr	mg/kg, tr.	26,5	9,93	**250**	7,18	**10,0**	52,0	**100**	22,0	**51,0**
Cu	mg/kg, tr.	33,0	243	**700**	17,0	**30,0**	450	**500**	17,0	**32,0**
Mn	mg/kg, tr.	125	34,98	**500**	37,95	**45,0**	450	**750**	146	**170**
V	mg/kg, tr.	75,0	1,97	**25,0**	1,85	**4,00**	25,0	**83,0**	2,60	**4,50**
Sn	mg/kg, tr.	5,00	3,29	**70,0**	1,05	**3,00**	25,0	**500**	3,00	**4,80**

1) Mittlere Gehalte Steinkohle; entnommen aus dem NRW-Leitfaden MULNV [14]
2) analog UVU 2008
3) Mittelwerte aus aktuellen Analysen; Werte < Bestimmungsgrenze wurden konservativ mit voller Bestimmungsgrenze eingerechnet
4) beantragte Maximalwerte entsprechend **Tabelle 2-3**
5) Werksangabe; Mittelwerte aktueller Analysen
6) typischer Praxiswert
7) typische Gehalte; 50 %- bzw. 80 %-Perzentilwerte von unterschiedlichen Analysen aus dem VDZ-Arbeitskreis „Spurenelemente“

2.6 Risiken von Störfällen, Unfällen und Katastrophen

Besondere Risiken im Hinblick auf mögliche Störfälle, Unfälle und Katastrophen sind mit dem Vorhaben nicht verbunden. Der Betrieb der Drehofenanlage inklusive aller zugehörigen Aggregate und Nebeneinrichtungen wird kontinuierlich im 24-Stunden-Schichtdienst durch qualifiziertes Personal überwacht. Der Betrieb der Drehofenanlage fällt heute wie auch zukünftig nicht unter die Störfallverordnung [15]. Durch das beantragte Vorhaben sind keine gefährlichen (z. B. stark exotherme) chemische Reaktionen zu erwarten und keine Aspekte des Strahlenschutzes zu berücksichtigen, da keine radioaktiven Stoffe eingesetzt werden.

2.7 Arbeitssicherheit

Die Drehofenanlage und die dazu gehörigen Lager- und Dosiereinrichtungen sowie Anlagen zur Abluftreinigung werden vom zentralen Leitstand des Werkes betrieben und überwacht. Für die entsprechenden Tätigkeiten von Personal in und an der Anlage gibt es entsprechende Gefährdungsbeurteilungen, sicherheitstechnische Konzepte sowie Vorgaben zum Tragen entsprechender Arbeitsschutzkleidung. Im Hinblick auf die neu zu errichtenden Aggregate wurde das bestehende Konzept mit Maßnahmen zum Brand- und Explosionsschutz entsprechend angepasst und ergänzt. Das aktualisierte Brandschutzkonzept wurde von der Fa. Neumann Krex & Partner (Ingenieurbüro für Brandschutz und Bauwesen GmbH) erstellt [16]. Die Anlagen besitzen alle sicherheitstechnisch notwendigen Komponenten. Für mögliche Störungen sind die erforderlichen Vorkehrungen getroffen.

Für den Zeitpunkt der Anlagenübergabe zwischen Hersteller und Betreiber wird seitens des Betreibers eine Gefährdungsbeurteilung erstellt bzw. für alle relevanten Anlagen- / Betriebsmodi vorhanden sein, die den jederzeit sicheren Betrieb der Anlage abbildet. Dabei werden alle Gefährdungen erfasst, beurteilt und dokumentiert, die im Vorfeld der finalen Beurteilung vorhanden und / oder wirksam sein können. Für die jeweiligen Gefährdungsfaktoren werden die entsprechenden Maßnahmen nach dem S-T-O-P-P-Prinzip (substituieren-technisch-organisatorisch-PSA-persönliches Verhalten) festgelegt und umgesetzt. Diese Maßnahmen berücksichtigen vorerst den Zeitraum der Anlageninbetriebnahme und Übergabe (= Schnittstelle im Sinne der Maschinenverordnung / Betriebssicherheitsverordnung) und zielen insbesondere auf das gefahrlose, sichere Betreiben der Anlage bis zur vollständigen Inbetriebnahme ab. Parallel zu diesem Zeitraum wird die Gefährdungsbeurteilung überprüft und auf fehlende Gefährdungen hin beurteilt. Mit den Erkenntnissen des „laufenden Anlagenbetriebes“ wird die Gefährdungsbeurteilung schließlich aktualisiert und dahingehend final bearbeitet, dass alle S-T-O-P-P-Maßnahmen in ihrer Umsetzung wirksam werden und den Schutz aller hier beauftragten Beschäftigten sicherstellen.

Steuerung und Regelung des Drehofens erfolgen mittels eines modernen Prozessleitsystems in einer Leitwarte. Eine Mitverbrennung von Ersatzbrennstoffen erfolgt nur bei einem konstanten Ofengang (kein Anfahr- oder Abfahrbetrieb). Eine Verriegelung in der Prozesssteuerung stellt sicher, dass die Ersatzbrennstoff-Aufgabe erst zugeschaltet werden kann (zeitlich verzögert), wenn die Dosierung des Kohlenstaubs eingeschaltet ist und alle prozesstechnischen Voraussetzungen vorliegen, d. h. insbesondere die Mindesttemperatur von 850 °C bei einer Verweilzeit von 2 Sekunden eingehalten wird.

Die Siloanlagen und die zugehörigen Fördereinrichtungen sind komplett geschlossen. Die Abluft wird als Verbrennungsluft in den Drehofen eingeleitet (Tiermehl-/Trockenklärschlammsilo) oder gereinigt (entstaubt mittels Siloaufsatzfilter) in die Atmosphäre abgegeben (Kohle-/PC-Staub-Silo). Es kann somit kein Ersatzbrennstoff freigesetzt werden. Für mögliche Störungen sind die erforderlichen Vorkehrungen getroffen. Das Befüllen ist mit einem hohen Sicherheitsstandard verbunden. So wird ein doppelwandiger Schlauch eingesetzt und weiterhin wird die Schlauchkupplung durch zusätzliche Stifte abgesichert. Falls beispielsweise während des Befüllens des Silos der Schlauch zwischen Silofahrzeug und Silo reißt, wird die Förderung vom Fahrer sofort unterbrochen, so dass nur geringe Mengen Ersatzbrennstoff freigesetzt werden können. Das freigesetzte Material wird umgehend mit einer vor-

handenen mobilen Absauganlage abgesaugt und anschließend dem Brenner zugeführt. Sollte dennoch z. B. Tiermehl austreten, wird das Material mittels einer mobilen Absauganlage von einem Fachunternehmen fachgerecht entsorgt.

Für den Umgang mit Gefahrstoffen existiert eine Gefährdungsbeurteilung, in der alle betrieblich vorhandenen Gefahrstoffe im Sinne der Gefahrstoffverordnung auf ihre Gefährdungen hin beurteilt wurden. Dementsprechend sind alle Gefahrstoffe in einem Gefahrstoffkataster zusammengefasst worden und zu jedem separaten Gefahrstoff liegt eine eigene Gefahrstoffbetriebsanweisung vor. Die Beschäftigten, die im betrieblichen Alltag mit Gefahrstoffen umgehen, erhalten eine Einweisung vor dem Umgang mit diesen Stoffen und werden regelmäßig (1 x pro Jahr) unterwiesen. Mit dem Vorhaben werden keine zusätzlichen Gefahrstoffe beantragt.

Alle beauftragten Beschäftigten werden in den Anlagenbetrieb in erforderlicher Tiefe eingewiesen, geschult und ausgebildet. Das technische Anlagenpersonal ist damit u.a. für das bestimmungsgemäße Betreiben der Anlage ausreichend qualifiziert und geeignet.

Die Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG verfügt über eine umfassende Arbeits- und Gesundheitsschutzorganisation, wodurch der Arbeits- und Gesundheitsschutz im erforderlichen gesetzlichen Rahmen umgesetzt und erfüllt werden kann. Es liegen für alle Abläufe und Tätigkeiten umfassende Gefährdungsbeurteilungen vor; daraus resultierend sind Betriebsanweisungen in verständlicher Form für die organisatorischen-/personenbezogenen Maßnahmen für einen jederzeit sicheren Arbeits- / Tätigkeitsablauf vorhanden. Auch um auf aktuelle (technische und gesetzliche) Anforderungen-/Veränderungen zu reagieren, wird die Dokumentation stets geprüft bzw. einer erforderlichen Wirksamkeitskontrolle unterzogen.

Die Ausführung sämtlicher Maschinen- und Anlagenteile sowie Anlagenteile zur Lagerung und Förderung von Ersatzroh- und -brennstoffen entspricht den zurzeit geltenden Unfallverhütungs- und Arbeitsschutzvorschriften sowie den anerkannten sicherheitstechnischen und arbeitsmedizinischen Regeln. Im Übrigen werden die arbeitsschutzrechtlichen Bestimmungen, die sich aus Gesetzen, Richtlinien und sonstigen Vorschriften ergeben, beachtet und eingehalten. In einer Betriebsanweisung werden die speziellen Verhaltensanforderungen an die Beschäftigten zur Gefahrenabwendung im Normalbetrieb, bei Wartung / Instandhaltung sowie bei der Störungsbeseitigung dargestellt. Kunden und Lieferanten werden auf die, an gut sichtbarer Stelle ausgehängte Betriebsanweisung und auf deren Beachtung hingewiesen. Zur Vermeidung von gefahrenträchtigen Handlungen und Verhaltensweisen sind die Gefahrenstellen, z. B. Bandübergabestellen, mit Warnzeichen versehen. Die Beschäftigten werden regelmäßig über mögliche Gefährdungen und Verhaltensweisen unterwiesen. Zur Bedienung und Wartung sind Bedienungsbühnen, Wartungs- und Laufstege sowie Steigleitern in ausreichendem Umfang vorhanden. Die Silo- und Dosieranlagen sind komplett geschlossen, so dass Mitarbeiter im Normalbetrieb nicht mit darin lagernden Einsatzstoffen oder Produkten in Kontakt kommen. Die mit der Reinigung beauftragten Mitarbeiter erhalten Schutzhandschuhe, Einweg-Schutzanzüge, P2- oder FFP 2-Atemschutzmasken und staubdichte Schutzbrillen. Der Umgang mit Tiermehl ist in der Arbeitsanweisungen PA-Z 15 geregelt. Für den Umgang mit Holzspänen wird eine entsprechende Arbeitsanweisung erstellt.

Die Mitarbeiter unterliegen außerdem einer vertraglich geregelten betriebsärztlichen Überwachung. Sämtliche gesetzlichen und berufsgenossenschaftlichen sowie unternehmensweiten Regelungen zur Arbeitssicherheit werden angewendet und eingehalten.

3 Standort des Vorhabens

Der Standort des Vorhabens ist ausführlich in der Umweltverträglichkeitsstudie aus dem Jahr 2008 beschrieben. Der Standort selbst bzw. die Nutzung des Gebietes sowie die Belastbarkeit der Schutzgüter haben sich in den vergangenen Jahren seither nicht signifikant verändert. Daher stützen sich die nachfolgenden Betrachtungen im Wesentlichen auf den Kenntnisstand der damaligen Umweltverträglichkeitsstudie. Durch die geplanten Modernisierungsmaßnahmen ergeben sich vorwiegend Auswirkungen über den Luftpfad auf die Schutzgüter nach UVPG [3]. Die Emissionen des Hauptkamins stehen dabei im Fokus. Nach TA Luft [9] soll das Gebiet zur Beurteilung der Auswirkungen von Luftschadstoffemissionen mit einem Radius der 50-fachen Schornsteinbauhöhe festgelegt werden. Für den 47 Meter hohen Hauptkamin ergibt sich somit ein Kreisgebiet mit 2.350 Meter Radius. Darauf basierend wurde das Untersuchungsgebiet angegrenzt. In **Bild 3-1** ist das Luftbild des Untersuchungsgebiets mit dem Beurteilungskreis nach TA Luft dargestellt.



Bild 3-1 Luftbild: Untersuchungsgebiet und Darstellung des Beurteilungskreis nach TA Luft für Luftschadstoffe mit Radius = 50-facher Schornsteinhöhe [Quelle: esri-ArcMap]
Blau umrandet ist das Werksgelände der Fa. Otterbein inklusive Kalkwerk und Steinbruch

3.1 Bestehende Nutzung des Gebietes – besondere örtliche Gegebenheiten

Der Standort der Fa. Otterbein befindet sich im Bundesland Hessen. Die nächstgelegenen Wohngebiete sind nordnordwestlich die Ortschaft Müs in ca. 400 Meter Entfernung sowie im Osten die Gemeinde Großenlüder in ca. 1.300 Meter Entfernung. Das ca. 1.200 Meter südöstlich gelegene Uffhausen ist ein Ortsteil der Gemeinde Großenlüder. Südwestlich befinden sich große Waldgebiete, ansonsten ist die Gegend überwiegend landwirtschaftlich geprägt. Das Firmengelände ist über die Georg-Otterbein-Straße an die Bundesstraße B 254 angebunden. In **Bild 3-2** ist eine Karte (OpenStreetMap) mit Beurteilungskreis nach TA Luft dargestellt.

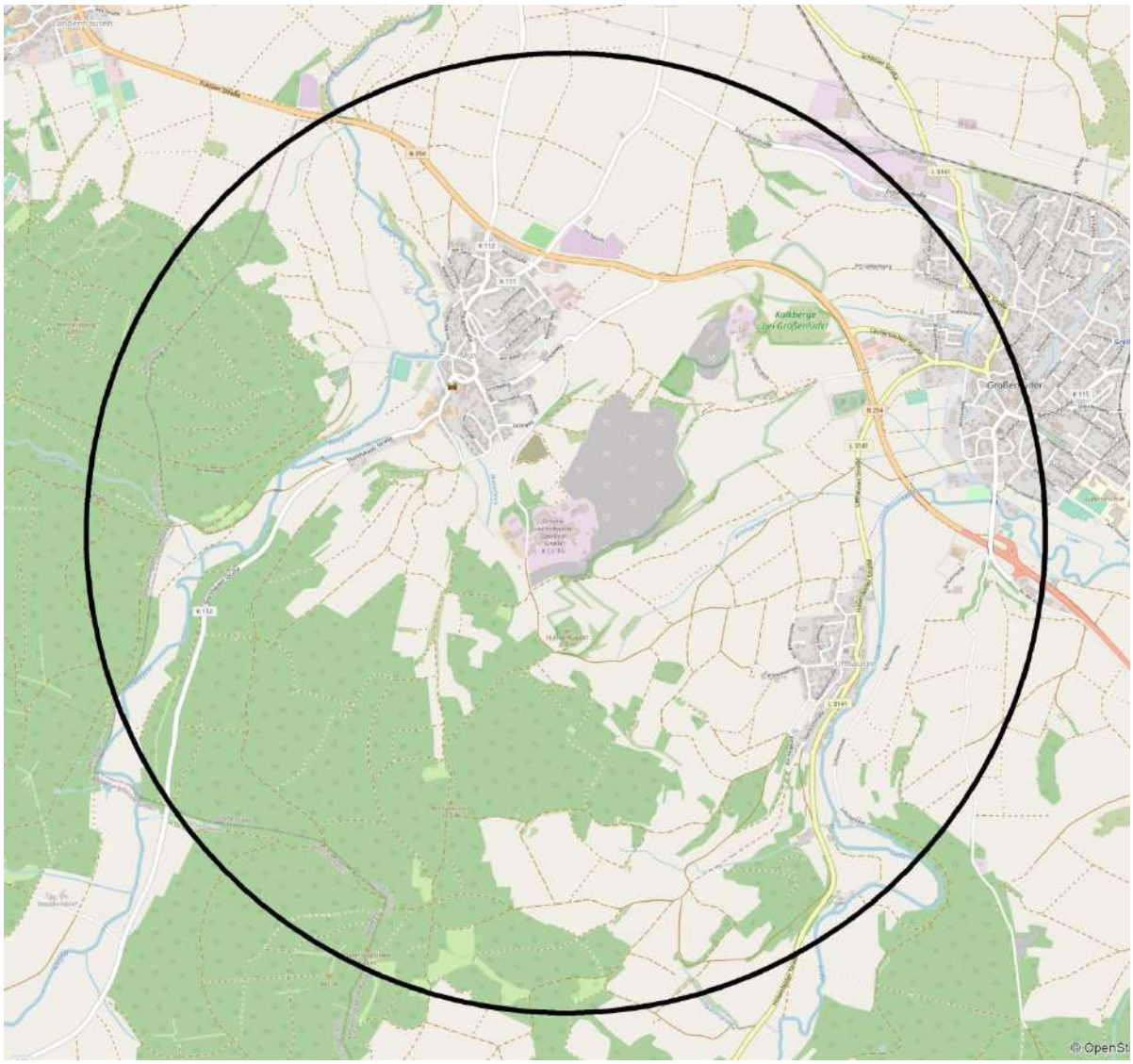


Bild 3-2 Karte (Open Street Map): Untersuchungsgebiet und Darstellung des Beurteilungskreis nach TA Luft für Luftschadstoffe mit Radius = 50-facher Schornsteinhöhe [Quelle: esri-ArcMap]

3.1.1 Nächstgelegene Wohngebiete

Die nächstgelegenen Wohngebiete mit den Ortsteilen Müs, Uffhausen und Großenlüder sind in **Bild 3-3** dargestellt. Sie wurden mit dem Programm ArcMap auf Basis verfügbarer Kartendaten der Hessischen Verwaltung für Bodenmanagement und Geoinformation generiert (WMS-Kartrnserver).

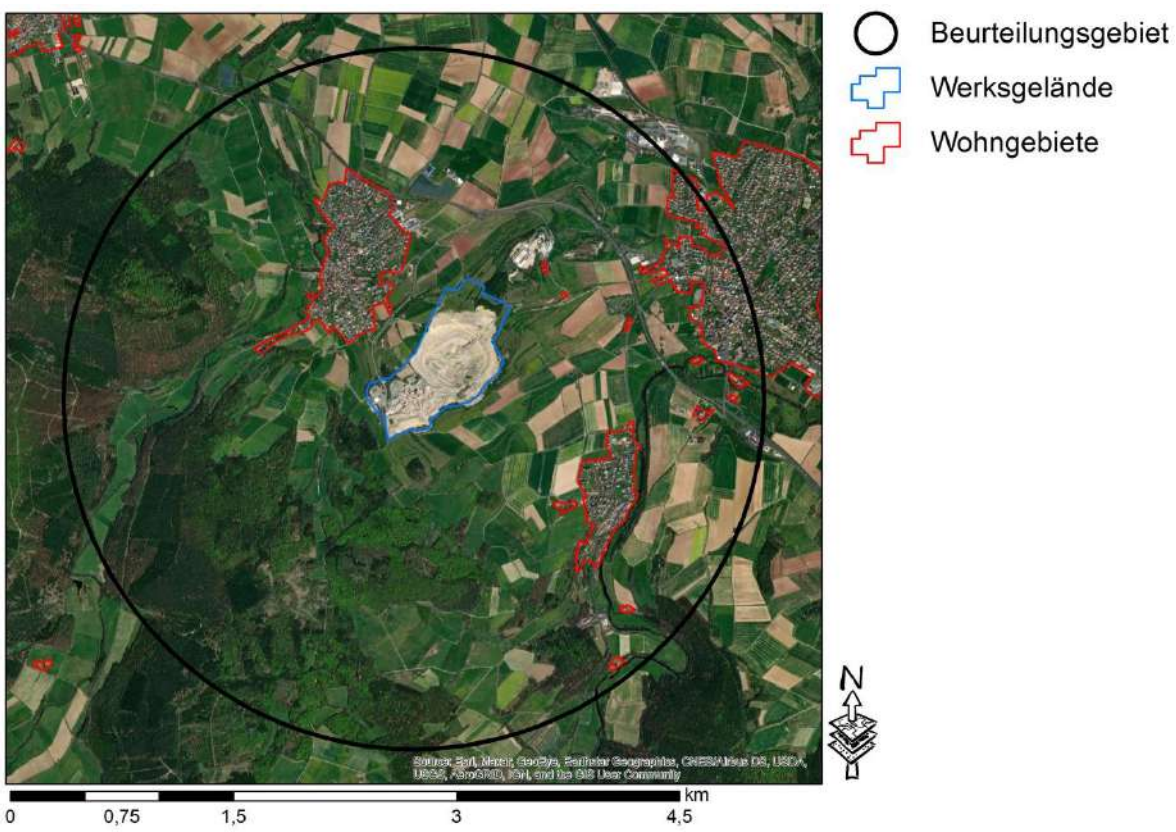


Bild 3-3 Darstellung der Wohngebiete im Untersuchungsgebiet [Quelle: esri-ArcMap / www.geoportal.hessen.de]

3.1.2 Naturschutzrechtlich geschützte Gebiete im Untersuchungsgebiet

Innerhalb des Untersuchungsgebietes befinden sich zahlreiche sogenannte Flora-Fauna-Habitat (FFH)-Schutzgebiete. Diese genießen einen besonderen Schutzstatus nach der europäischen FFH-Richtlinie [17]. Es handelt sich um die Gebiete „Talauen bei Herbstein“, „Kalkberge bei Großenlüder“ sowie „Lüder mit Zuflüssen“. In **Bild 3-4** sind die Gebiete gekennzeichnet.

Diese Gebiete sind teilweise auch als Vogelschutzgebiet, Natur- und Landschaftsschutzgebiet, Nationalpark und Biosphärenreservat eingestuft (siehe **Bild 3-5**).

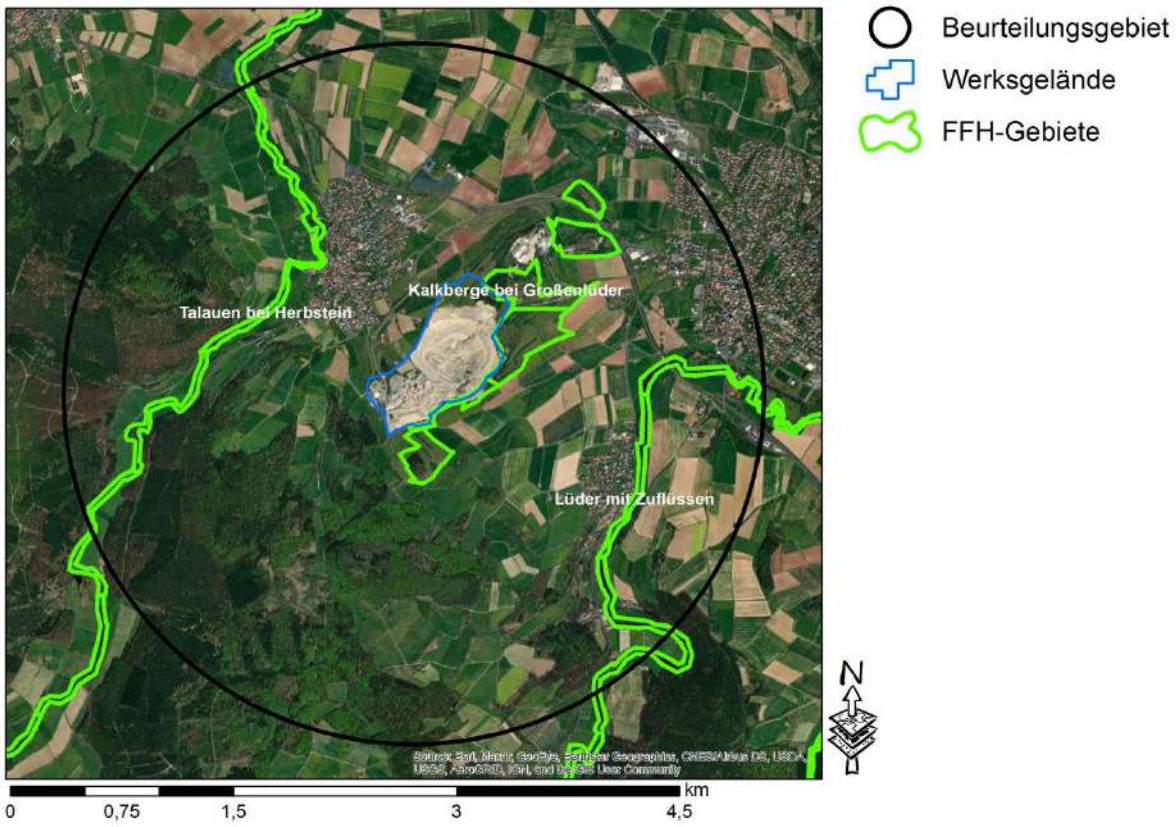


Bild 3-4 Darstellung der FFH-Gebiete im Untersuchungsgebiet [Quelle: esri-ArcMap / geodienste-umwelt.hessen.de]

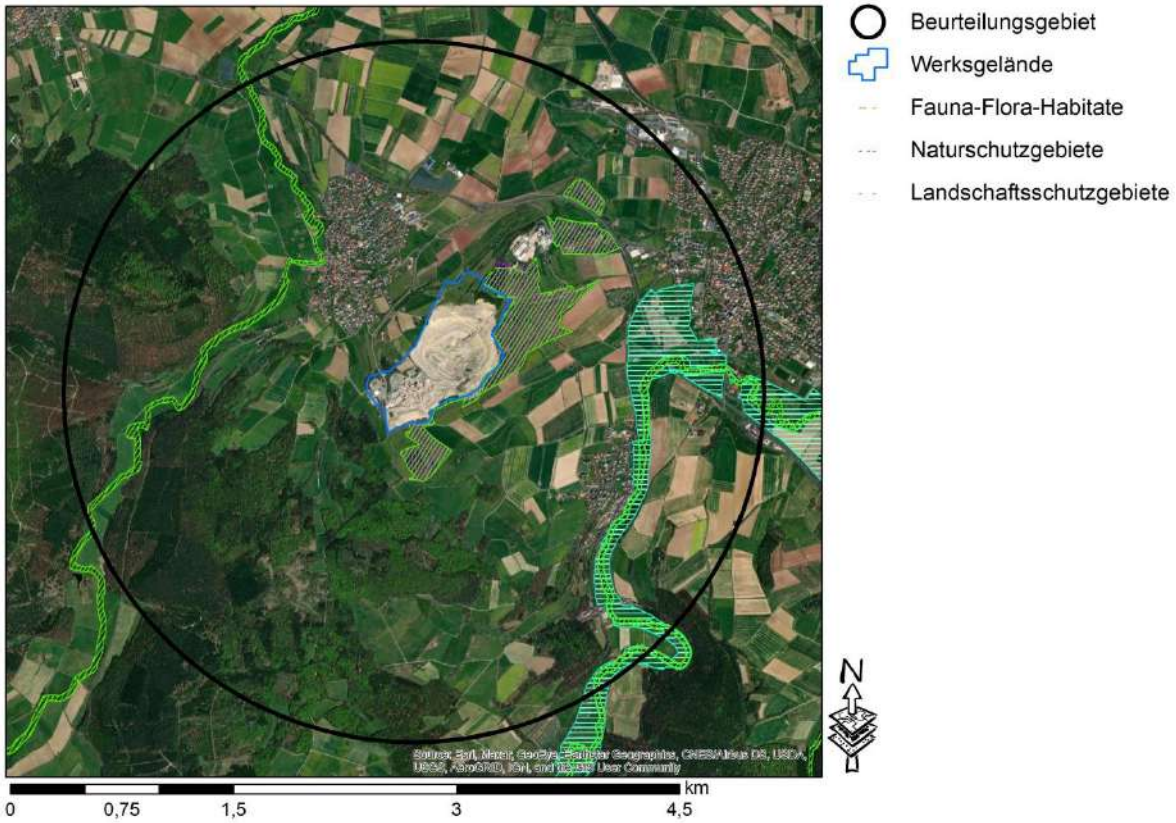


Bild 3-5 Darstellung von Schutzgebieten (Tiere und Pflanzen) mit unterschiedlichem Schutzstatus im Untersuchungsgebiet [Quelle: esri-ArcMap / geodienste-umwelt.hessen.de]

3.2 Reichtum, Qualität und Regenerationsfähigkeit von Wasser, Boden, Natur und Landschaft

Die seit der letzten Umweltverträglichkeitsstudie durchgeführten genehmigungsrechtlich relevanten Änderungen sowie die geplanten Maßnahmen lassen keine Relevanz für diese Aspekte erwarten. Auf eine erneute detaillierte Beschreibung der Umwelt-Ist-Situation sowie der Potenziale, Schutz- und Erhaltungsziele wird deshalb an dieser Stelle verzichtet.

3.3 Belastbarkeit der Schutzgüter

Durch die geplante Modernisierung der Abgasreinigung sowie die Erweiterung des Brennstoffportfolios stehen bei dem beantragten Vorhaben die Auswirkungen über den Luftpfad im Vordergrund. Durch die beantragten Grenzwertabsenkungen werden sich beispielsweise die Emissionen der Anlage für SO_2, NO_x und NH_3 entsprechend verringern und damit zu einer Verbesserung der Immissionssituation führen. Durch einen veränderten Brennstoffeinsatz können sich – je nach Zusammensetzung der einzelnen Input-Ströme – die Einträge an Spurenelementen in das Ofensystem verändern und damit deren Emissionsniveau im Ofenabgas beeinflussen. Die Untersuchung dieser Auswirkungen steht deshalb im Vordergrund der Vorprüfung.

Die ausführlichen Betrachtungen der Umweltverträglichkeitsstudie in 2008 haben damals gezeigt, dass die Immissionswerte der TA Luft und der 39. Bundes-Immissionsschutzverordnung [18] für alle relevanten Stoffe sicher und deutlich eingehalten werden. Es ist davon auszugehen, dass dies auch zukünftig der Fall sein wird und sich darüber hinaus weitere Verbesserungen der Immissionssituation am Standort ergeben werden.

4 Mögliche Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf die Schutzgüter

4.1 Bestehende Nutzung des Gebietes

Durch die geplanten Modernisierungsmaßnahmen sowie durch den erweiterten Ersatzbrennstoffeinsatz im Zementwerk Otterbein sind keine Auswirkungen auf die bestehende Nutzung des umliegenden Gebietes zu erwarten. Da die vorgesehenen Änderungen ausschließlich auf bestehendem Werksgelände geplant sind, werden keine Eingriffe in die Schutzgüter Wasser und Boden vorgenommen. Mit dem geplanten Vorhaben sind auch keine Auswirkungen auf das Landschaftsbild verbunden. Das Erscheinungsbild des Zementwerkes wird sich durch die geplanten Änderungen nicht signifikant verändern.

4.2 Schutzgut *Mensch, menschliche Gesundheit*

Die menschliche Gesundheit kann potenziell durch die anlagenbezogenen Emissionen von Lärm, Gerüchen und / oder Luftschadstoffen beeinträchtigt werden. Nachfolgend wird bewertet, ob und in welchem Ausmaß sich diesbezüglich potenziell nachteilige Auswirkungen durch das geplante Vorhaben ergeben können.

4.2.1 Lärm

Schallpegelmessungen am Standort Otterbein wurden zuletzt im Herbst 2020 durch die Fa. Wölfel Engineering GmbH + Co. KG durchgeführt [19]. Dabei wurden an sechs Messorten in der Ortslage Müs über einen Zeitraum von 22 Stunden Dauermessungen durchgeführt. Die Wahl der Messorte berücksichtigte eine freie Schalleinwirkung aus dem Zementwerk ohne relevante Schallreflexionen in Obergeschosshöhe. Die Richtwerte gemäß Genehmigungsbescheid und die Anforderungen der TA Lärm für Immissionsorte in Allgemeinen Wohngebieten [20] wurden dabei an allen Messorten sicher eingehalten.

Es ist zukünftig nicht zu erwarten, dass sich mit den geplanten Maßnahmen die Lärmemissions- und Lärmimmissionssituation verschlechtern wird. Die neuen Maschinen und Aggregate befinden sich in Gebäuden und sind nach dem Stand der Technik eingehaust bzw. mit entsprechenden Schalldämpfern versehen. Die Fa. Wölfel Engineering GmbH + Co. KG hat die Auswirkungen des geplanten Vorhabens entsprechend untersucht und gutachterlich bewertet [21]. Dabei wurden die Lärmeinwirkungen auf die folgenden sechs Immissionsorte, die zum Teil im Genehmigungsbescheid festgelegt sind, rechnerisch untersucht:

IO 1: Wohnhaus, Am Stempel 21, Müs (Allgemeines Wohngebiet)

IO 2: Wohnhaus Georg-Otterbein-Straße 5, Müs (Allgemeines Wohngebiet)

IO 3.1: Wohnhaus Kirchweg 13, Müs (Allgemeines Wohngebiet)

IO 3.2: Wohnhaus Kirchweg 13, Müs (Allgemeines Wohngebiet)

IO 4: Wohnhaus Am Rasen 8, Müs (Allgemeines Wohngebiet)

IO 5: Wohnhaus Am Kalkwerk 4, Großenlüder (Gewerbegebiet)

IO 6: Gebiet Zum Sesselsgraben, Uffhausen (Allgemeines Wohngebiet)

Die Geräuschemissionen der neuen Anlagenaggregate wurden auf Basis vorliegender Planunterlagen berechnet und als Summenschalleistungspegel für Dauerbetrieb in die Berechnungen übernommen. Der im Zusammenhang mit der neuen Walking-Floor-Anlage zusätzliche Lieferverkehr wurde als Anlagenverkehr mit den entsprechenden Wechselvorgängen berücksichtigt. Insgesamt erhöht sich der Anlagenverkehr zukünftig um maximal bis zu 3 LKW täglich (= 6 Bewegungen) aufgrund der unterschiedlichen Lagerorte (Walking-Floor-Anlage, Anlieferung Eisenerz und Hüttensand). Weitere zusätz-

liche Fahrzeugbewegungen ergeben sich am Standort nicht, da sich die für die Klinker- und Zementproduktion bei Vollauslastung benötigten Gesamtroh- und -brennstoffmengen nicht verändern und das Vorhaben nicht mit einer Steigerung der Produktionskapazität der Anlage verbunden ist.

Für die Geräuscheinwirkungen an den maßgeblichen Immissionsorten wurden die zu erwartenden Beurteilungspegel mit dem Programm IMMI durch eine Schallimmissionsprognose ermittelt und nach den Vorgaben der TA Lärm [20] beurteilt. Bei gleichmäßiger Verteilung über einen Tageszeitraum von 16 Stunden berechnet sich eine Erhöhung der Beurteilungspegel um 1,9 dB an Werktagen und um 3,6 dB an Sonn- und Feiertagen. Insgesamt unterschreiten die ermittelten Beurteilungspegel für Anlagendauerbetrieb an den Immissionsorten den Immissionsrichtwert „Nacht“ der TA Lärm für Allgemeine Wohngebiete von 40 dB(A) aber um mindestens 10 dB(A). Da der Betrieb auch tagsüber nur unwesentlich höhere Geräuschimmissionen verursacht, ergeben sich Unterschreitungen des „Tag“-Richtwertes von 55 dB(A) um mindestens 25 dB(A). Am Immissionsort (5) werden die Richtwerte für Gewerbegebiete ebenfalls deutlich unterschritten. Der betrachtete Anlagenteilbetrieb ist damit gemäß TA Lärm als irrelevant einzustufen, da aufgrund der Unterschreitung der Immissionsrichtwerte um mindestens 10 dB die Immissionsorte gemäß TA Lärm nicht mehr im Einwirkungsbereich der (Teil)-Anlage liegen.

Die Aufnahme des Anlagengesamtbetriebes (ganzer Standort der Fa. Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG) mit Erstellung eines sogenannten Lärmkatasters ist beauftragt und aktuell in Arbeit.

4.2.2 Gerüche

Geruchsstoffe, die bei technischen oder biologischen Prozessen gebildet werden, stellen im Sinne des Bundesimmissionsschutzgesetzes eine Luftverunreinigung dar. Von einer Geruchsbelästigung kann aber erst dann gesprochen werden, wenn die Wahrnehmung der Geruchsstoffe zu einer allgemeinen Störung des Wohlbefindens und damit einer deutlichen Belästigung der Betroffenen führt.

Zur Ermittlung und Bewertung von Gerüchen kann die VDI-Richtlinie 3886, Blatt 1 [22], herangezogen werden. Sie dient als Entscheidungshilfe über die Notwendigkeit und gegebenenfalls den Umfang eines Geruchsgutachtens. In einem ersten Prüfschritt wird dabei zunächst beurteilt, ob von einer Anlage überhaupt relevante Geruchsemissionen ausgehen oder geruchsrelevante Stoffe während des Produktionsprozesses entstehen und / oder entweichen können. Weiterhin wird bewertet, ob außerhalb des Anlagengeländes Geruchsimmissionen feststellbar sind.

Im Hinblick auf die Immissionssituation am Standort Otterbein und das beantragte Vorhaben kann bereits im Rahmen des ersten Prüfschrittes geschlussfolgert werden, dass eine gesonderte Ermittlung und Bewertung von Gerüchen im Rahmen eines Geruchsgutachten nicht erforderlich sind. Am Standort Otterbein existieren keine definierten Quellen mit relevanten Geruchsemissionen. Transport, Anlieferung und Lagerung der alternativen Brennstoffe erfolgen in geschlossenen Systemen mit entsprechender Abluftreinigung über Filter, so dass hierdurch keine Geruchsbelästigungen in der Umgebung des Zementwerks auftreten. Auch eine Erhöhung der Einsatzmengen bewirkt aufgrund der geschlossenen Systeme keine Erhöhung oder Neuentstehung von Geruchsemissionen /-immissionen. Die LKW-Auflieger sind dicht verschlossen und beim Andocken an die Walking-Floor-Station schließt die Rückwand mit den vorhandenen Gummilippen an der Andockstation entsprechend dicht ab. Auch für die zukünftig eingesetzten Ersatzbrennstoffe Trockenklärschlamm und Holzspäne werden vorhandene und vor allen Dingen geschlossene Lager- und Dosiereinrichtungen genutzt. Die beim Befüllen des Tiermehl-/Trockenklärschlammsilos entweichende Förderluft wird entstaubt und der Drehofenanlage zur Verbrennung zugeführt.

Durch die Verbrennungsbedingungen beim Klinkerbrennprozess selbst werden potenzielle geruchsträchtige organische Verbindungen sicher zerstört. Geruchsemissionen, die aus dem 47 Meter hohen Kamin in die Atmosphäre abgeleitet werden, sind somit nicht zu erwarten.

In der Umgebung des Anlagengeländes wurden bislang keine relevanten Geruchsimmissionen festgestellt. As gutachterlicher Sicht bestehen keine Anhaltspunkte, dass sich dies zukünftig ändern wird.

4.2.3 Luftschadstoffe

Die geplanten Modernisierungsmaßnahmen und der erweiterte Ersatzbrennstoffeinsatz haben Einfluss auf die Emissionen der Anlage. Über den Luftpfad können sich somit Auswirkungen auf die Schutzgüter Mensch, Tiere, Pflanzen, biologische Vielfalt, Fläche und Boden sowie Luft und Klima ergeben. Da mit der Umsetzung des Vorhabens weitergehende Emissionsminderungen insbesondere für Stickstoffoxide (NO_x), Ammoniak (NH_3) und Schwefeldioxide (SO_2) bewirkt werden, sind die Auswirkungen als positiv zu beurteilen. Aufgrund der zukünftigen Änderungen im Brennstoffportfolio kann sich die Abgaszusammensetzung im Hinblick auf Quecksilber- und Spurenelementemissionen zukünftig ändern. Dieser Aspekt wurde im Rahmen ausführlicher Stoffflussanalysen (Emissionsprognosen) ausführlich untersucht (siehe Kapitel 5.2 und 5.3) und bei der Ausbreitungsrechnung für Luftschadstoffe berücksichtigt (Kapitel 6.3).

4.3 Schutzgut *Tiere, Pflanzen, biologische Vielfalt*

Wie auch für das Schutzgut *Mensch* können sich über den Luftpfad auch Auswirkungen auf das Schutzgut *Tiere, Pflanzen und die biologische Vielfalt* ergeben. Diesbezüglich sind vor allem mögliche zusätzliche Stickstoff- und Säureeinträge aufgrund der Emissionen von NO_x, SO_2 und NH_3 einer Anlage relevant. In Anhang 8 der neuen TA Luft [9] sind hierzu Abschneidekriterien für den Eintrag an Stickstoff und Säure in besonders geschützte Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung (FFH-Gebiete nach [17]) festgelegt. Werden durch ein geplantes Vorhaben zukünftig zusätzliche Stoffeinträge oberhalb der in der TA Luft festgelegten Abschneidekriterien in solche Gebiete generiert, müssen weitere Schritte zur Prüfung der Verträglichkeit eingeleitet und durchgeführt werden. Die geplanten Modernisierungsmaßnahmen am Standort Otterbein führen zukünftig zu einer deutlichen Reduktion der Stickstoff- und Säureeinträge durch die Drehofenanlage. Dies wurde im Rahmen der Immissionsprognosen für Luftschadstoffe entsprechend untersucht und bewertet (siehe Kapitel 6.3.2). Die Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf das Schutzgut *Tiere, Pflanzen und die biologische Vielfalt* sind aufgrund der weiteren Reduktion von Luftschadstoffemissionen als positiv zu beurteilen.

4.4 Schutzgut *Fläche und Boden*

Die Fa. UCL (Umwelt Control Labor) GmbH hat im Jahr 2020 eine Vorprüfung zum Ausgangszustandbericht (AZB) für Boden und Grundwasser erstellt [23]. Da für den Standort bislang noch kein AZB vorliegt, sollte zunächst festgestellt werden, inwieweit auf dem Betriebsgrundstück relevante gefährliche Stoffe verwendet, erzeugt oder freigesetzt werden und ob unter den derzeitigen Standortbedingungen Einträge von relevanten gefährlichen Stoffen zu erwarten sind. Die Vorprüfung sollte als Grundlage zur Entscheidung der Genehmigungsbehörde dienen, ob die Erstellung eines AZB Boden und Grundwasser erforderlich ist. Im Rahmen der Begutachtung wurde geprüft, ob die in der Produktionsanlage verwendeten Stoffe im Sinne des BImSchG gefährlich und hinsichtlich ihrer Menge relevant sind und ob unter den derzeitigen Standortbedingungen die Möglichkeit besteht, dass relevante gefährliche Stoffe in den Boden oder das Grundwasser gelangen können. Im Ergebnis wurden insgesamt sieben Stoffe bzw. Stoffgemische als relevant im Sinne der Gefahrstoffverordnung eingestuft (Hilfsmittel Eisen(II)-Sulfat Monohydrat, Mahlhilfsmittel XT 752 und die Produkte Zement (CEM I –III), Portlandzementstaub, Branntkalk, Kalkhydrat und natürlich hydraulischer Kalk). Zur Prüfung der tatsächlichen Möglichkeit von Einträgen dieser Stoffe in den Boden wurden die Standortbedingungen sowie die chemisch-physikalischen Stoffeigenschaften bewertet. Dabei wurde festgestellt, dass Ein-

träge dieser Stoffe in Grundwasser und Boden nicht zu erwarten sind. Nach Einschätzung der Fa. UCL wurde deshalb die Erstellung eines AZB Boden und Grundwasser als nicht erforderlich bewertet.

Die geplanten Maßnahmen finden ausschließlich auf dem Betriebsgelände der Fa. ZKW Otterbein statt. Mit dem beantragten Vorhaben werden keine weiteren zusätzlichen gefährlichen Stoffe oder Stoffgemische freigesetzt / emittiert, die in Grundwasser und Boden eingetragen werden können. In seiner Nutzungsfunktion wird der Boden am Standort selbst sowie in der großräumigen Umgebung durch das Vorhaben deshalb nicht beeinträchtigt. Mit dem Vorhaben ist außerdem keine zusätzliche Flächenversiegelung verbunden.

Die Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf das Schutzgut *Fläche und Boden* sind deshalb als neutral zu bewerten.

4.5 Schutzgut *Wasser*

Im Umfeld der Zement und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG befinden sich einzelne Wasserschutzgebiete. Die Schutzzone III eines Wasserschutzgebietes (WSG-ID: 631-081) beginnt westlich des Betriebsgeländes in ca. 700 Meter Entfernung. In einer Entfernung von ca. 1,5 km östlich des Betriebsgeländes befindet sich ebenfalls ein Wasserschutzgebiet (WSG-ID: 631-030). Die Entfernung zu einem nördlich des Betriebsgeländes gelegenen Heilquellenschutzgebietes (Zone D; WSG-ID: 631-130) beträgt ca. 600 m. Eingriffe in und Auswirkungen auf diese Gebiete durch das Vorhaben sind nicht gegeben, da die geplanten Maßnahmen ausschließlich auf dem Betriebsgelände der Fa. Otterbein stattfinden. Eventuell mögliche Einträge über Stoffeinträge in den Boden und das Grundwasser wurden im Rahmen der Vorprüfung zum Ausgangszustandbericht für Boden und Grundwasser [23] durch die Fa. UCL GmbH evaluiert und seinerzeit als nicht relevant für die sieben am Standort identifizierten potenziell gefährlichen Stoffgruppen eingestuft.

Die Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf das Schutzgut *Wasser* sind deshalb als neutral zu bewerten.

4.6 Schutzgut *Luft*

Die geplanten Modernisierungsmaßnahmen und der erweiterte Ersatzbrennstoffeinsatz haben Einfluss auf die Emissionen der Anlage. Da mit der Umsetzung des Vorhabens weitergehende Emissionsminderungen insbesondere für Stickstoffoxide (NO_x), Ammoniak (NH_3) und Schwefeldioxide (SO_2) bewirkt werden, sind die Auswirkungen als positiv zu beurteilen. Mögliche Auswirkungen auf das Schutzgut *Luft* können sich dann ergeben, wenn der veränderte Einsatz von Brennstoffen aufgrund der jeweils unterschiedlichen Zusammensetzung zu einer veränderten Abgaszusammensetzung im Hinblick auf die Spurenelemente führt. Auf diesen Aspekt wird in den nachfolgenden Kapiteln ausführlich eingegangen. In den vergangenen Jahren konnte gezeigt werden, dass der Einsatz von bis zu 60 % alternativer Brennstoffe keine negativen Auswirkungen auf die Höhe der Emissionen hat.

4.7 Schutzgut *Klima*

Die geplanten Modernisierungsmaßnahmen bewirken eine weitergehende Umwelt- und Ressourcenschonung sowie CO_2-Einsparung. Der Einsatz von alternativen Brennstoffen und insbesondere der biomassehaltigen Brennstoffe führt aufgrund der damit verbundenen Substitution fossiler Brennstoffe zu einem positiven Effekt auf das Klima. Weiterhin ist die Herstellung klinkereffizienter Zemente ein wichtiger Hebel zur CO_2-Minderung in der Zementindustrie. Die Auswirkungen des geplanten Vorhabens auf das Schutzgut *Klima* sind deshalb positiv zu bewerten.

4.8 Schutzgut *Landschaft, kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter*

Das bestehende Anlagengelände dominiert den optischen Eindruck der umgebenden Landschaft. Die geplanten Modernisierungsmaßnahmen werden diesen Gesamteindruck nicht verändern, da die neuen Abgasreinigungseinrichtungen sowie die zweite Walking-Floor-Anlage innerhalb der bestehenden Struktur des Zementwerks errichtet werden und aufgrund ihrer baulichen Ausprägung von außerhalb nicht gesondert oder auffällig wahrzunehmen sind.

Auswirkungen auf das Schutzgut *Landschaft, kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter* sind daher durch das Vorhaben nicht gegeben bzw. als neutral zu beurteilen.

4.9 Wechselwirkungen

Schutzgutübergreifende Wechselwirkungen ergeben sich durch die Auswirkungen über den Luftpfad (Schutzgut *Luft*) auf das Schutzgut *Mensch* und das Schutzgut *Tiere, Pflanzen, biologische Vielfalt*. Die entsprechenden Auswirkungen wurden anhand von ausführlichen Emissions- und Immissionsprognosen ausführlich untersucht (siehe nachfolgende Kapitel 5.2, 5.3 und 6.3).

Weitergehende Wechselwirkungen, die zu erheblichen Umweltauswirkungen führen könnten und nicht bereits schutzgutbezogen bewertet wurden, sind nicht erkennbar.

4.10 Maßnahmen zur Verminderung bzw. Kontrolle unvermeidbarer anlagenbedingter Umweltauswirkungen

Die geplanten Modernisierungsmaßnahmen bewirken bereits an sich vielfältige positive Auswirkungen aufgrund der weitergehenden Minderung von Luftschadstoffemissionen mit den neuen Abgasreinigungseinrichtungen. Besondere Risiken im Hinblick auf mögliche Störfälle, Unfälle und Katastrophen sind mit dem Vorhaben nicht verbunden. Die entsprechenden Maßnahmen zur Anlagen- und Arbeitssicherheit (Brandschutzkonzept, Gefährdungsbeurteilungen, Betriebsanweisungen) liegen vor und werden, falls erforderlich, angepasst (siehe auch Kapitel 2.6).

4.11 Zusammenfassung

In **Tabelle 4-1** ist übersichtlich dargestellt, welche Schutzgüter durch die beantragten Maßnahmen der Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG grundsätzlich betroffen sein können. Geringe Auswirkungen können sich auf die Schutzgüter *Mensch*, *Tiere, Pflanzen und die biologische Vielfalt*, *Luft* und *Klima* ergeben. Dabei werden Art und Einfluss der Auswirkungen an dieser Stelle noch nicht beurteilt. Dies wird in den nachfolgenden Kapiteln 5 und 6 ausführlich untersucht und bewertet und ist in der Zusammenfassung (Kapitel 7) dargestellt. Auf Basis der vorhergehenden Betrachtungen kann aber bereits an dieser Stelle geschlussfolgert werden, dass mit dem Vorhaben keine erheblichen Auswirkungen auf die Schutzgüter verbunden sind.

Tabelle 4-1 Einschätzung der Relevanz der Auswirkungen des Vorhabens auf die Schutzgüter

	neutral / keine Auswirkung	geringe Auswirkung 1)	erhebliche Auswirkung
Mensch - Lärm - Gerüche - Luftschadstoffe	 √ √	 √	
Tiere, Pflanzen, biologische Vielfalt		√	
Fläche und Boden	√		
Wasser	√		
Luft		√	
Klima		√	
Landschaft, kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter	√		

1) Art und Einfluss der Auswirkung werden an dieser Stelle noch nicht bewertet

5 Bewertung der zukünftigen Emissionssituation am Standort

Nachfolgend wird ausführlich dargestellt und bewertet, welche Auswirkungen der Betrieb der neuen HGF-SCR-Anlage, der Anlage zur Kreislaufentlastung sowie der erweiterte Ersatzbrennstoffeinsatz auf das Emissionsniveau der verschiedenen Abgaskomponenten hat.

5.1 Gesamtstaub

Die Gesamtstaubemissionen einer Drehofenanlage der Zementindustrie werden im Wesentlichen vom Gesamtentstaubungsgrad der Filteranlagen bestimmt und sind in der Regel unabhängig von der Art der verwendeten Brennstoffe. Untersuchungen des Forschungsinstituts der Zementindustrie haben ergeben, dass unter gleichen verfahrenstechnischen Randbedingungen (Abgasmenge, Abgastemperatur, Taupunkt) der Reingasstaubgehalt auch durch den Einsatz von Ersatzbrennstoffen nicht nachhaltig verändert wird. Mit dem gegenwärtig installierten Staubfilter (Gewebefilter) werden bereits heute sehr niedrige Staub-Konzentrationen im Reingas erzielt (im Jahresmittel der letzten drei Jahre < 1 mg/m³). Es ist zu erwarten, dass die Staubemissionen im Reingas auch zukünftig voraussichtlich deutlich unter dem bereits heute schon geltenden Emissionsgrenzwert von 10 mg/m³ (i. N. tr. bei 10 Vol.-% O_2) liegen werden. Auch das neue Gewebefilter für den Teil-Abgasstrom aus der Anlage zur Kreislaufentlastung wird eine effektive Staubminderung gewährleisten. Der erweiterte Ersatzbrennstoffeinsatz hat dabei keine nachteiligen Auswirkungen auf das Emissionsniveau für Staub.

5.2 Staubinhaltsstoffe

Durch die Roh- und Brennstoffe werden dem Drehofen neben den Haupt- und Nebenbestandteilen auch Spurenelemente zugeführt. Aufschluss über die zukünftig zu erwartenden Spurenelementemissionen liefert eine Abschätzung der Elementeinnahmen in den Klinkerbrennprozess. Die hierfür zugrunde gelegten mittleren Spurenelementgehalte in den Rohstoffen und die mittleren und maximalen Spurenelementgehalten in den (Ersatz-)Brennstoffen sind in **Tabelle 2-11** und **Tabelle 2-12** dargestellt. Die mittleren Gehalte repräsentieren dabei den üblichen praxisnahen Betriebszustand, der für den größten Teil der Ofenbetriebszeit gilt. Die maximalen Gehalte treten nur in Form kurzzeitiger Spitzenwerte auf und dienen der Abschätzung, inwieweit die Emissionsgrenzwerte auch bei kurzzeitigen Emissionsspitzen eingehalten werden.

Methodik

Für die Roh- und Brennstoffe wurden unter Berücksichtigung der Elementgehalte und der maximalen Einsatzmengen die entsprechenden Spurenelementeinträge in das Ofensystem abgeschätzt. Im Sinne einer Maximalabschätzung wurden separate Prognosen auf Basis mittlerer Gehalte in allen Einsatzstoffen sowie auf Basis mittlerer Gehalte in den Rohstoffen und maximaler Gehalte in den Brennstoffen für den Ist- und Planzustand durchgeführt. Die in **Tabelle 2-10** dargestellten Brennstoffszenarien für den Ist- und Planzustand wurden entsprechend berücksichtigt.

Die Emissionen, bezogen auf die mit den Roh- und Brennstoffen in das Ofensystem eingetragenen Mengen, wurden durch die in **Tabelle 5-1** dargestellten Emissionsgrade nach dem „Leitfaden zur energetischen Verwertung von Abfällen in Zement-, Kalk- und Kraftwerken in NRW“ [14] abgeschätzt.

Der Emissionsgrad gibt an, wie viel Prozent der Einnahmen aus den Roh- und Brennstoffen als Reingasbestandteile emittiert werden. Die Höhe des Emissionsgrades hängt dabei entscheidend von der Ausbildung möglicher innerer und äußerer Kreisläufe während des Brennens von Zementklinker ab. Bestimmend sind hier insbesondere die Art der Ofenanlage sowie der Abscheidegrad des Vorwärmers und der Entstaubungseinrichtungen. Darüber hinaus hat der Grad der Staubrückführung Einfluss auf das Kreislaufniveau für das hochflüchtige Element Quecksilber sowie für Thallium.

Tabelle 5-1 Transferfaktoren (Reingas) für Zementwerke nach dem Leitfaden zur energetischen Verwertung von Abfällen in Zement-, Kalk- und Kraftwerken in NRW [14]

Parameter	Emissionsfaktor Reingas in %
Cadmium (Cd)	0,17
Thallium (Tl)	1,3
Quecksilber (Hg)	40
Antimon (Sb)	0,03
Arsen (As)	0,023
Blei (Pb)	0,05
Chrom (Cr)	0,012
Kobalt (Co)	0,019
Kupfer (Cu)	0,0093
Mangan (Mn)	0,018
Nickel (Ni)	0,03
Vanadium (V)	0,052
Zinn (Sn)	0,074

Für die Emissionsprognosen (Stoffflussanalysen) wurden ein Brennstoffenergiebedarf der Ofenanlage von 4.000 kJ/kg und ein Abgasvolumenstrom von 68.000 m³/h (i. N. tr. bei 10 Vol.-% O_2) zugrunde gelegt. Da mit dem Vorhaben keine Kapazitätssteigerung verbunden ist, wird für Ist- und Planzustand derselbe Normvolumenstrom (trocken) bezogen auf 10 Vol.-% Sauerstoff berücksichtigt (spezifisches Abgasvolumen: 2,5 Nm³/kg Klinker).

Die Ergebnisse der Emissionsprognosen für die verschiedenen Szenarien sind auf der nachfolgenden Seite in **Tabelle 5-2** dargestellt. Auf die Komponente Quecksilber wird im folgenden Kapitel 5.3 gesondert eingegangen. Die Ergebnisse sind außerdem den Emissionsgrenzwerten gemäß Genehmigung bzw. Antrag gegenübergestellt. Zum Vergleich sind auch die Ergebnisse der letzten Emissionsmessungen mit aufgeführt. Die ausführlichen Berechnungstabellen können im Anhang, Kapitel 9.1 eingesehen werden.

Die Prognose zeigt, dass sich das Emissionsniveau für Cadmium und Thallium auf Basis mittlerer Spurenelementgehalte in allen Einsatzstoffen auch beim Einsatz von bis zu 100 % Ersatzbrennstoffen nicht wesentlich ändert und für den Summenwert bei etwa 0,005 mg/m³ liegt. Dies entspricht einer Ausschöpfung des Summengrenzwertes von rund 10 %. Werden maximale Spurenelementgehalte in allen Ersatzbrennstoffen zugrunde gelegt, berechnet sich ein Emissionsniveau bis maximal 0,008 mg/m³, auch dieser Summenwert liegt sehr deutlich unterhalb dem Summengrenzwert von 0,05 mg/m³. Das tatsächliche Emissionsniveau im Reingas für Cadmium und Thallium an der Drehofenanlage lag in den letzten drei Jahren mit 0,0002 – 0,0004 mg/m³ noch einmal deutlich unter den Prognosewerten. Die Emissionsprognose stellt in dieser Hinsicht eine konservative Abschätzung dar, insbesondere im Hinblick auf die Komponente Thallium, für die in den letzten drei Jahren nur äußerst geringe Konzentrationen im Abgas messtechnisch nachgewiesen wurden.

Für die weiteren Spurenelemente (As, Co, Ni, Sb, Pb, Cr, Cu, Mn, V, Sn) zeigen die Emissionsprognosen auf Basis mittlerer Spurenelementgehalte in allen Einsatzstoffen, dass gegenüber dem Istzustand das Emissionsniveau in Summe weitgehend unverändert im Bereich von 0,07 – 0,08 mg/m³ bleibt. Dies ist auch dann der Fall, wenn bis zu 100 % Ersatzbrennstoffe eingesetzt werden. Der Summengrenzwert wird rechnerisch nur zu rund 16 % ausgeschöpft. Werden maximale Spurenelementgehalte in allen Ersatzbrennstoffen berücksichtigt, berechnet sich ein etwas höheres Emissionsniveau bis maximal 0,13 mg/m³ (gegenüber 0,09 mg/m³ im Istzustand), auch dieser Summenwert liegt deutlich unter dem Summengrenzwert von 0,5 mg/m³ und entspricht einer Grenzwertausschöpfung

von 26 %. Die bisherigen Messergebnisse aus den letzten drei Jahren im Reingas der Drehofenanlage bestätigen, dass das Emissionsniveau für Spurenelemente generell sehr niedrig ist. Die Messwerte lagen im Bereich 0,005 – 0,05 mg/m³. Auch diesbezüglich ist die Emissionsprognose folglich konservativ.

Der Summengrenzwert für As, Cd, Co, Cr wird in den Szenarien mit mittleren Spurenelementgehalten in allen Einsatzstoffen sowohl im Ist- als auch im Planzustand zu rund 10 % ausgeschöpft. Das mittlere Emissionsniveau auf Basis der Prognosen liegt bei 0,005 mg/m³. Werden maximale Spurenelementgehalte in den Ersatzbrennstoffen berücksichtigt, berechnet sich ein geringfügig höheres Emissionsniveau von maximal 0,009 mg/m³. Die Messergebnisse im Reingas der Drehofenanlage in den letzten drei Jahren lagen im Bereich 0,0003 – 0,008 mg/m³ und damit deutlich unter dem Summengrenzwert von 0,05 mg/m³.

Aus den vorgenannten Betrachtungen lässt sich schlussfolgern, dass der geplante erweiterte Einsatz von Ersatzbrennstoffen in der betrieblichen Praxis zu keiner wesentlichen Änderung des Emissionsniveaus im Reingas der Drehofenanlage führen wird. Das (berechnete) Emissionsniveau auf Basis maximaler Spurenelementgehalte in den Ersatzbrennstoffen ist in den Szenarien mit höherer Ersatzbrennstoffrate etwas höher als im Istzustand. Dabei ist aber zu berücksichtigen, dass für die Berechnung der äußerst konservative Fall angenommen wurde, dass für sämtliche Parameter und in allen Ersatzbrennstoffen die Maximalwerte gleichzeitig auftreten, was in der betrieblichen Praxis nicht der Fall sein wird. Die Prognosen auf Basis mittlerer Spurenelementgehalte stellen den Regelfall dar und hier zeigen die Prognosen, dass keine signifikante Erhöhung des Emissionsniveaus zu erwarten ist. Die Emissionsmessungen aus den letzten drei Jahren bestätigen ein generell sehr niedriges Emissionsniveau für Spurenelemente im Reingas der Drehofenanlage. Sämtliche Summengrenzwerte sind nicht nur sicher eingehalten, sondern zum Teil sehr deutlich unterschritten worden.

Dies wird aus gutachterlicher Sicht auch zukünftig der Fall sein. Generell ist es so, dass – aufgrund ihrer geringen Flüchtigkeit – die Spurenelemente, die mit den Roh- und Brennstoffen in das Ofensystem eingetragen werden, fest in die Klinkermatrix eingebettet werden. Nur ein sehr geringer Anteil wird mit dem Reingas emittiert. Lediglich die hochflüchtige Komponente Quecksilber (siehe nachfolgendes Kapitel 5.3) sowie die leichtflüchtigen Komponenten Thallium und das schwer flüchtige Cadmium können in Abhängigkeit von weiteren abgastechnischen Randbedingungen (Temperaturen, Kreislaufbildung im Ofensystem, Filterstaubausschleusung) zu einem etwas höheren Grad emittiert werden. Aus diesem Grund werden für diese Komponenten höhere Emissionsfaktoren (**Tabelle 5-1**) angesetzt und bei den Prognosen berücksichtigt.

Der Eintrag an Spurenelementen über die Ersatzbrennstoffe ins Ofensystem wird regelmäßig streng überwacht und kontrolliert (siehe Kapitel 5.13). In Verbindung mit den gesetzlich vorgeschriebenen regelmäßigen Emissionsmessungen im Reingas der Drehofenanlage durch ein bekanntgegebenes, zertifiziertes Messinstitut können Veränderungen im Emissionsniveau verlässlich festgestellt werden. Bisher haben alle Ergebnisse der regelmäßigen Emissionsmessungen gezeigt, dass das Emissionsniveau für Spurenelemente an der Drehofenanlage im Zementwerk Otterbein sehr niedrig ist.

Aus gutachterlicher Sicht werden die Spurenelementgrenzwerte auch bei einem zukünftig geplanten Einsatz von bis zu 100 % Ersatzbrennstoffen weiterhin sicher unterschritten werden.

Tabelle 5-2 Ergebnisse der Emissionsprognosen (Stoffflussanalyse) für Spurenelemente im Ist- und Planzustand

	ISTZUSTAND (55 %) [1]		PLANZUSTAND (80 %) – Szenario 1 [2]		PLANZUSTAND (80 %) – Szenario 2 [3]		PLANZUSTAND (80 %) – Szenario 3 [4]		Grenzwert	Emissions-messungen
	mittel	max	mittel	max	mittel	max	mittel	max		[10],[11],[12]
Einheit [5]	mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³
Hg	0,0078	n. b.	0,0073	n. b.	0,0077	n. b.	0,0081	n. b.	**0,030**	0,001 – 0,007
Cd	0,0004	0,0008	0,0004	0,0012	0,0004	0,0012	0,0004	0,0013		0,0003 – 0,003
Tl	0,0045	0,0055	0,0045	0,0059	0,0045	0,0061	0,0045	0,0063	0,048	< 0,0001
∑Cd, Tl	**0,005**	**0,006**	**0,005**	**0,007**	**0,005**	**0,007**	**0,005**	**0,008**	**0,050**	**0,0002 – 0,0004**
As	0,0012	0,0013	0,0011	0,0013	0,0011	0,0013	0,0011	0,0013		0,0001 – 0,0002
Co	0,0012	0,0014	0,0017	0,0021	0,0016	0,0020	0,0017	0,0022		0,0001 – 0,0002
Ni	0,0034	0,0047	0,0032	0,0059	0,0032	0,0058	0,0032	0,0061		0,003 – 0,008
Sb	0,0005	0,0022	0,0007	0,0038	0,0007	0,0036	0,0007	0,0040		< 0,0001 – 0,001
Pb	0,0177	0,0231	0,0175	0,0284	0,0175	0,0276	0,0175	0,0288		0,004 – 0,006
Cr	0,0020	0,0028	0,0019	0,0036	0,0019	0,0035	0,0020	0,0037		0,002 – 0,004
Cu	0,0018	0,0030	0,0023	0,0048	0,0023	0,0046	0,0024	0,0049		0,003 – 0,007
Mn	0,0363	0,0387	0,0360	0,0408	0,0361	0,0406	0,0361	0,0411		0,026 – 0,009
V	0,0086	0,0089	0,0080	0,0087	0,0080	0,0087	0,0080	0,0088		< 0,0001 – 0,0006
Sn	0,0014	0,0029	0,0014	0,0043	0,0014	0,0041	0,0014	0,0044		< 0,0001 – 0,0003
∑Sb – Sn	**0,074**	**0,089**	**0,074**	**0,104**	**0,074**	**0,102**	**0,074**	**0,105**	**0,500**	**0,005 – 0,046**
∑As – Cr	**0,005**	**0,006**	**0,005**	**0,008**	**0,005**	**0,008**	**0,005**	**0,008**	**0,050**	**0,0003 – 0,008**

n. b.: nicht bestimmt
1) 55 % EBS: 40 % Fluff hoch / 15 % Tiermehl
2) 80 % EBS: 80 % Fluff hoch
3) 80 % EBS: 40 % Fluff hoch / 25 % Fluff mittel / 15 % Tiermehl
4) 80 % EBS: 60 % Fluff mittel / 20 % Tiermehl
5) alle Angaben i. N. tr. bezogen auf 10 Vol.-% O_2

Tabelle 5-2 (Fortsetzung) Ergebnisse der Emissionsprognosen (Stoffflussanalyse) für Spurenelemente im Ist- und Planzustand

	PLANZUSTAND (100 %) – Szenario 4 [1]		PLANZUSTAND (100 %) – Szenario 5 [2]		PLANZUSTAND (100 %) – Szenario 6 [3]		PLANZUSTAND (100 %) – Szenario 7 [4]		PLANZUSTAND (100 %) – Szenario 8 [5]		Grenz-wert	Emissionsmes-sungen
	mittel	max	mittel	max	mittel	max	mittel	max	mittel	max		[10],[11],[12]
[6]	mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³	mg/m³
Hg	0,0072	n. b.	0,0171	n. b.	0,0077	n. b.	0,0126	n. b.	0,0070	n. b.	**0,030**	0,001 – 0,007
Cd	0,0004	0,0090	0,0005	0,0015	0,0004	0,0012	0,0004	0,0014	0,0004	0,0014		0,0003 – 0,003
Tl	0,0044	0,0063	0,0046	0,0066	0,0045	0,0061	0,0046	0,0065	0,0044	0,0062	0,048	< 0,0001
∑Cd, Tl	**0,005**	**0,007**	**0,005**	**0,008**	**0,005**	**0,007**	**0,005**	**0,008**	**0,005**	**0,008**	**0,050**	0,0002 – 0,0004
As	0,0011	0,0012	0,0011	0,0014	0,0011	0,0013	0,0011	0,0013	0,0011	0,0013		0,0001 – 0,0002
Co	0,0013	0,0015	0,0018	0,0023	0,0015	0,0019	0,0018	0,0023	0,0019	0,0025		0,0001 – 0,0002
Ni	0,0031	0,0052	0,0037	0,0067	0,0031	0,0055	0,0034	0,0065	0,0031	0,0064		0,003 – 0,008
Sb	0,0006	0,0027	0,0007	0,0049	0,0007	0,0034	0,0007	0,0046	0,0007	0,0047		< 0,0001 – 0,001
Pb	0,0170	0,0239	0,0183	0,0317	0,0187	0,0293	0,0185	0,0320	0,0172	0,0309		0,004 – 0,006
Cr	0,0019	0,0030	0,0021	0,0040	0,0019	0,0035	0,0020	0,0040	0,0019	0,0040		0,002 – 0,004
Cu	0,0019	0,0035	0,0035	0,0063	0,0022	0,0044	0,0030	0,0058	0,0026	0,0057		0,003 – 0,007
Mn	0,0359	0,0390	0,0379	0,0446	0,0362	0,0406	0,0371	0,0432	0,0359	0,0419		0,026 – 0,009
V	0,0076	0,0081	0,0079	0,0094	0,0076	0,0082	0,0078	0,0089	0,0076	0,0084		<0,0001 – 0,0006
Sn	0,0014	0,0032	0,0019	0,0141	0,0014	0,0039	0,0017	0,0094	0,0014	0,0050		<0,0001 – 0,0003
∑Sb – Sn	**0,072**	**0,091**	**0,079**	**0,126**	**0,074**	**0,102**	**0,077**	**0,118**	**0,074**	**0,111**	**0,500**	**0,005 – 0,046**
∑As – Cr	**0,005**	**0,007**	**0,006**	**0,009**	**0,005**	**0,008**	**0,005**	**0,009**	**0,005**	**0,009**	**0,050**	**0,0003 – 0,008**

n. b.: nicht bestimmt
1) 100 % EBS: 50 % Fluff hoch / 50 % Tiermehl
2) 100 % EBS: 60 % Fluff hoch / 20 % Fluff mittel / 20 % Trockenklärschlamm
3) 100 % EBS: 70 % Fluff hoch / 10 % Tiermehl / 20 % Holzspäne
4) 100 % EBS: 55 % Fluff hoch / 25 % Fluff mittel / 10 % Trockenklärschlamm / 10 % Holzspäne
5) 100 % EBS: 100 % Fluff hoch
6) alle Angaben i. N. tr. bezogen auf 10 Vol.-% O_2

5.3 Quecksilber

Das Element Quecksilber neigt aufgrund seiner Flüchtigkeit in Drehofenanlagen der Zementindustrie zur Kreislaufbildung, wenn nicht durch geeignete verfahrenstechnische Maßnahmen eine Anreicherung im Ofensystem ausgeschlossen wird. Der Temperaturbereich, in dem die Quecksilberverbindungen abgeschieden werden, liegt im Unterschied zu dem für die Abscheidung der Elemente Cadmium, Blei und Thallium nicht im Bereich des Ofens oder Vorwärmers, sondern im Bereich der Abgasreinigung. Hierfür sind Adsorptionsvorgänge verantwortlich, die bevorzugt bei niedrigeren Abgastemperaturen und einem hohen Oberflächenangebot ablaufen. Diesen Vorgängen kommt bei der Prognose der Hg-Emissionen von Drehofenanlagen der Zementindustrie deshalb eine besondere Bedeutung zu. In **Bild 5-1** ist das Maß der Quecksilberabscheidung für Zementdrehofenanlagen in Abhängigkeit von der Abgastemperatur dargestellt [24]. Für Abgastemperaturen unterhalb von 120 °C liegt bei Zyklonvorwärmeranlagen das Quecksilber überwiegend an Staubpartikeln gebunden vor. Aufgrund der vorherrschenden Abgastemperaturen von ca. 145 °C im Reingas der Drehofenanlage im Zementwerk von Otterbein, ist davon auszugehen, dass das Quecksilber zu etwa 75 % an Staubpartikeln gebunden vorliegt und zu etwa 25 % als gasförmiges Quecksilber emittiert wird. Aus den bisherigen Erfahrungen mit dem Einsatz der SCR-Katalysatoren an Drehofenanlagen der Zementindustrie ist bekannt, dass die Katalysatoren die Bindungsform des Quecksilbers im Abgas deutlich beeinflussen und das Quecksilber nach Passage der Katalysatoren weit überwiegend in der Form von oxidiertem Quecksilber [Hg(II)] vorliegt.

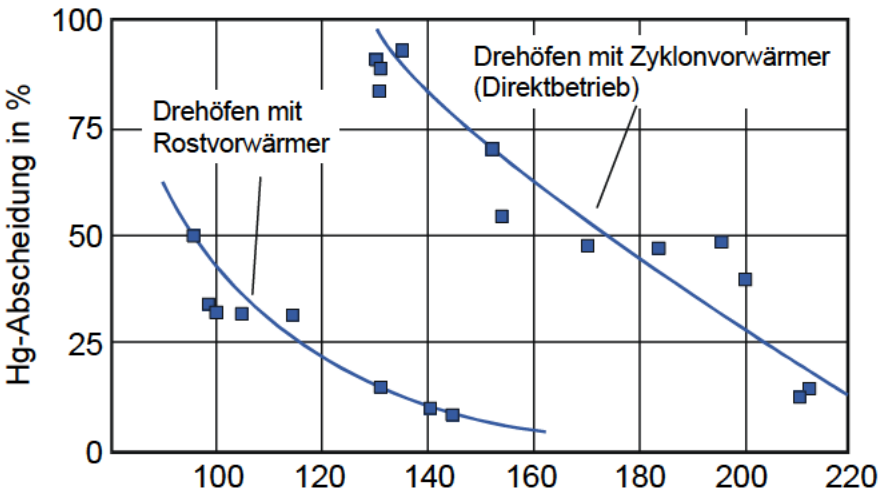


Bild 5-1 Abscheidegrade von Quecksilber an Staubpartikeln im Ofenabgas in Abhängigkeit von der Temperatur [23]

Berücksichtigt man die anlagenspezifischen Gegebenheiten an jeder einzelnen Drehofenanlage, so gibt es zahlreiche Faktoren, die das Emissionsniveau für Quecksilber im Reingas beeinflussen können. Dazu gehören die Abgastemperaturen, die Art der Abgasführung (Verbundbetrieb mit der Mahltrocknung), die Menge an ausgeschleustem und nicht ins System zurückgeführtem Filterstaub, die Art des Staubfilters und gegebenenfalls eingesetzte weitergehende Hg-Minderungsmaßnahmen wie die Zugabe von Aktivkohle.

Im Leitfaden zur energetischen Verwertung von Abfällen in Zement-, Kalk- und Kraftwerken in Nordrhein-Westfalen [14] ist ein Emissionsfaktor für Quecksilber von 40 % genannt. Mit diesem kann eine grobe Abschätzung des durchschnittlichen mittleren Emissionsniveaus über sämtliche Betriebszustände vorgenommen werden. Dabei ist eine Abschätzung auf Basis maximaler Hg-Gehalte in allen Ersatzbrennstoffen nicht sinnvoll / relevant, da ein eventuelles, kurzzeitiges Auftreten maximaler Gehalte in den Einsatzstoffen nicht zu erhöhten Emissionen führt, da das Emissionsniveau für Quecksil-

ber abhängig von der Höhe des Quecksilber-Kreislaufes ist, welcher sich über längere Zeiträume von Tagen bzw. Wochen auf- und wieder abbaut. Dementsprechend wurden die Emissionsprognosen für Quecksilber auf Basis mittlerer Spurenelementgehalte in allen Einsatzstoffen durchgeführt. Die Ergebnisse sind ebenfalls in **Tabelle 5-2** dargestellt und zeigen, dass sich das Emissionsniveau sowohl für den Ist- als den Planzustand im Bereich von 0,007 – 0,008 mg/m³ (i. N. tr. bez. 10 Vol.-% O_2) bewegt. Dies deckt sich mit den Ergebnissen der werksseitigen kontinuierlichen Emissionsmessung. Die Jahresdurchschnittswerte der Drehofenanlage bewegen sich stabil im Bereich von rund 0,006 mg/m³ und liegen damit deutlich unter dem Emissionsgrenzwert (Tagesmittel) von 0,03 mg/m³ (i. N. tr. bez. 10 Vol.-% O_2).

Die Emissionsprognosen zeigen, dass es rechnerisch bei einem maximalen Einsatz von Trockenklärschlamm zu einer Erhöhung des Emissionsniveaus kommen kann. Die Emissionen könnten laut Prognose rechnerisch auf bis zu 0,017 mg/m³ ansteigen; sie würden aber immer noch sicher unterhalb des Grenzwertes liegen. Diesbezüglich ist aber zu berücksichtigen, dass die Abschätzung mit dem zugrunde gelegten Emissionsfaktor von 40 % sehr konservativ ist und damit noch keine Maßnahmen der Kreislaufentlastung und damit Emissionsminderung berücksichtigt sind. Die Quecksilber-Emissionen werden im Abgas der Zementdrehofenanlage kontinuierlich gemessen und überwacht. Aufgrund der speziellen Abgasführung (durchgehender Verbundbetrieb mit der Trockentrommel) in Verbindung mit der Ausschleusung von Prozessstäuben ist das Emissionsniveau auf stabil niedrigem Niveau. Für den Fall, dass über einen längeren Zeitraum eine Erhöhung des durchschnittlichen Emissionsniveaus (unterhalb des Grenzwertes) festgestellt werden sollte, kann durch geeignete Maßnahmen gegengesteuert werden. So bewirkt beispielsweise eine Absenkung der Abgastemperaturen im Bereich der Staubabscheidung auf < 120 °C eine weitergehende Abscheidung des Quecksilbers am Staub. Werden diese Prozessstäube anschließend vermehrt ausgeschleust, können Quecksilber-Kreisläufe gezielt entlastet und damit die Emissionen gemindert werden. Auch der SCR-Katalysator kann die Abscheidung von Quecksilber an Staubpartikeln zukünftig positiv begünstigen. Aus einer Vielzahl von Messungen an SCR-Katalysatoranlagen ist bekannt, dass der Katalysator das Quecksilber stark oxidiert. Das oxidierte Quecksilber kann anschließend im Bereich der Staubabscheidung potenziell besser adsorbieren.

An der Drehofenanlage im Zementwerk Otterbein wird bereits heute zur Entlastung von Quecksilber-Kreisläufen ein Teil des Staubes aus der Entstaubung der Trockentrommel kontinuierlich ausgeschleust. Auch zukünftig kann und soll weiterhin Filterstaub aus der Trockentrommel ausgeschleust werden. Die Menge an ausgeschleustem Staub kann prinzipiell weiter erhöht und über Analysen des Hg-Gehalts im Filterstaub weiter geregelt werden. Weiterhin kann zusätzlich der Filterstaub aus der HGF-SCR-Anlage sowie aus der Anlage zur Kreislaufentlastung ausgeschleust werden und es bestehen Möglichkeiten zur Absenkung der Abgastemperaturen. Unter Berücksichtigung der vorgenannten Maßnahmen und Aspekte ist folglich kein signifikanter Anstieg des gegenwärtig niedrigen Emissionsniveaus für Quecksilber zu erwarten. Dies gilt auch bei etwaigen kurzzeitig erhöhten Quecksilber-Einträgen in das Ofensystem.

5.4 Schwefeloxide

Schwefel wird dem Klinkerbrennprozess über die Roh- und Brennstoffe zugeführt. Untersuchungen an einer Vielzahl von Drehofenanlagen der Zementindustrie haben gezeigt, dass der mit den Brennstoffen in das Ofensystem eingebrachte Schwefel weitgehend als Alkalisulfat im Klinker und in den Ofenstäuben gebunden wird. Dies kann daraus geschlossen werden, dass in den unteren Zyklonstufen von Ofenanlagen mit Zyklonvorwärmer in der Regel kein SO_2 mehr gemessen werden kann, obwohl im Ofeneinlauf z. T. höhere SO_2-Gehalte vorliegen können. Das im Calcinationsbereich bei Temperaturen von 800 bis 1000 °C entstehende frisch entsäuerte Calciumoxid gewährleistet offenbar eine vollständige Einbindung des SO_2 der Ofenabgase.

Ursache von SO_2-Emissionen von Drehofenanlagen der Zementindustrie können dagegen im Rohmehl enthaltene, in sulfidisch gebundener (leicht-flüchtiger) Form vorliegende Schwefelverbindungen sein, die bei der Vorwärmung des Brennguts bei Temperaturen zwischen 370 und 420 °C zu SO_2 oxidiert werden. Sulfide liegen überwiegend als Eisendisulfid (FeS_2) in den Modifikationen Pyrit oder Markasit in den Rohstoffen vor. In den oberen Zyklonstufen findet eine teilweise Wiedereinbindung des Schwefeloxids in Form von Sulfaten statt. Diese werden im Vorwärmer nicht mehr freigesetzt, sondern gelangen mit dem Brenngut in den Drehofen und werden im Klinker eingebunden. Das nicht gebundene SO_2 aber gelangt mit dem Rohgas in den Bereich der Rohmaterialtrocknung /-mahlung. Im Zementwerk Otterbein wird das Ofenabgas durch die Trockentrommel geführt. Dort kann eine teilweise Einbindung des SO_2 durch die aktiven Partikeloberflächen und die mit Wasserdampf angereicherte Gasatmosphäre erfolgen.

Bisher waren die SO_2-Emissionen im Abgas der Drehofenanlage im Zementwerk Otterbein auf 200 mg/m² im Tages- bzw. 350 mg/m³ im Halbstundenmittel begrenzt (i. N. tr. bez. auf 10 Vol.-% O_2). Die SO_2-Emissionen im Abgas werden kontinuierlich überwacht. Im Jahresdurchschnitt lag das Emissionsniveau in den letzten drei Jahren im Bereich von nur 1 – 4 mg/m³. Grenzwertüberschreitungen sind in allen drei Jahren nicht aufgetreten. Aus diesem Grund verzichtet die Fa. Otterbein zukünftig auf die bislang geltende, rohmaterialbedingte Ausnahme für Schwefeldioxid.

Aus gutachtlicher Sicht ist davon auszugehen, dass die nach 17. Bundes-Immissionsschutzverordnung [8] geltenden niedrigeren Emissionsgrenzwerte von 50 mg/m³ (Tagesmittel) und 200 mg/m³ (Halbstundenmittel) zukünftig sicher eingehalten werden. Der erweiterte Ersatzbrennstoffeinsatz hat dabei keine nachteiligen Auswirkungen auf das SO_2-Emissionsniveau.

5.5 Stickstoffoxide

Stickstoffmonoxid entsteht generell bei Verbrennungsprozessen durch teilweise Oxidation des molekularen Luftstickstoffs (thermisches NO) sowie des organisch gebundenen Stickstoffs im Brennstoff (Brennstoff-NO). NO kann bei niedrigen Temperaturen mit Sauerstoff zu Stickstoffdioxid (NO_2) reagieren. Im Abgas von Drehofenanlagen der Zementindustrie liegen beide Oxide vor, die zusammenfassend als NO_x bezeichnet werden. Dabei ist der Anteil des NO an der NO_x-Emission im Allgemeinen größer als 90 – 95 %.

Die Herstellung von Zementklinker erfordert Brennguttemperaturen von 1.450 °C, eine entsprechende Verweilzeit des Brenngutes sowie oxidierende Brennbedingungen. Um diese Kriterien zu erfüllen, sind Flammentemperaturen von etwa 2.000 °C bei Luftüberschuss einzustellen. Die Entstehung von NO ist bei Drehofenanlagen der Zementindustrie deshalb in erster Linie auf die teilweise Oxidation des molekularen Stickstoffs der Verbrennungsluft bei Temperaturen über 1.300 °C zurückzuführen (thermische NO-Bildung im Bereich der Hauptfeuerung). Die brennstoffbedingte NO-Bildung durch Oxidation der organischen Stickstoffverbindungen im Brennstoff ist im Vergleich zur thermischen NO-Bildung von geringerer Bedeutung.

Generell gilt, dass die NO_x-Konzentration im Reingas von Drehofenanlagen der Zementindustrie durch die Wahl der Brennstoffe nur in geringem Maße beeinflusst werden kann.

Zur Minderung der NO_x-Emissionen ist an der Drehofenanlage bisher eine SNCR-Anlage installiert, mit der im Steigschacht des Wärmetauschers über Lanzen 40 %-ige Harnstofflösung in den Abgasstrom eingedüst wird. Damit konnten die NO_x-Konzentrationen im Reingas bislang erfolgreich auf < 200 mg/m³ (i. N. tr. bez. 10 Vol.-% O_2) gemindert werden, allerdings auf Kosten erhöhter NH_3-Emissionen (sogenannter NH_3-Schlupf = überschüssiges NH_3 aus dem Reduktionsmittel) bei hohen NO-Minderungsraten und in Verbindung mit dem rohmaterialbedingt erhöhten NH_3-Grundniveau. Mit der neuen HGF-SCR-Anlage soll das Reduktionsmittel Harnstofflösung über zwei neue Eindüselanzen im Bereich der obersten Zyklonstufe und / oder im Bereich des Steigschachts (vorhandene Lanzen) eingedüst werden. Durch die anschließende Reduktion in der Katalysatoreinheit erfolgt eine stöchio-

metrische Umsetzung, was zu niedrigen NO_x-Emissionen bei gleichzeitig niedrigen NH_3-Emissionen führt. Mit der neuen Technologie ist zu erwarten, dass die Emissionsgrenzwerte von 200 mg/m³ im Tages- und 400 mg/m³ im Halbstundenmittel (i. N. tr. bez. 10 Vol.-% O_2) für NO_x zukünftig sicher eingehalten werden. Der erweiterte Ersatzbrennstoffeinsatz hat dabei keine nachteiligen Auswirkungen auf das NO_x-Emissionsniveau.

5.6 Ammoniak

Für gegebenenfalls erhöhte NH_3-Emissionen an Drehofenanlagen der Zementindustrie können zwei Ursachen ausschlaggebend sein: zum einen der NH_3-Gehalt der eingesetzten natürlichen Rohstoffe und zum anderen aus dem Einsatz des ammoniakhaltigen Reduktionsmittels in der SCR- und SNCR-Anlage (NH_3-Schlupf). Die Art der eingesetzten Brennstoffe hat keinen Einfluss auf das Emissionsniveau von Ammoniak.

An der Drehofenanlage im Zementwerk der Fa. Otterbein besteht noch bis Ende 2022 eine rohmaterialbedingte Ausnahme für die Begrenzung NH_3-Emissionen. Im Jahresmittel lagen die NH_3-Konzentrationen im Reingas im Bereich zwischen 20 – 40 mg/m³ (i. N. tr. bez. 10 Vol.-% O_2) aufgrund rohmaterialbedingt erhöhter Emissionen in Verbindung mit dem NH_3-Schlupf aus der SNCR-Anlage bei hohen NO-Minderungsraten. Mit der geplanten Installation der HGF-SCR-Anlage werden auch rohmaterialbedingte Emissionsspitzen zuverlässig gemindert werden und darüber hinaus erfolgt eine stöchiometrische Umsetzung des Reduktionsmittels. Aus gutachterlicher Sicht ist deshalb zu erwarten, dass die NH_3-Konzentrationen im Reingas zukünftig sicher unter dem beantragten Grenzwert von 30 mg/m³ im Tages- und 60 mg/m³ im Halbstundenmittel (i. N. tr. bez. 10 Vol.-% O_2) liegen werden. Der erweiterte Ersatzbrennstoffeinsatz hat dabei keine nachteiligen Auswirkungen auf das NH_3-Emissionsniveau.

5.7 Fluoride und Chloride

Fluor beteiligt sich wie andere Bestandteile in den Einsatzstoffen an den Reaktionen im Drehofen. Umfangreiche Bilanzuntersuchungen des Forschungsinstituts der Zementindustrie haben dabei gezeigt, dass das Fluor in Drehofenanlagen der Zementindustrie zu 90 bis 95 % im Klinker und der Rest in Form von schwerlöslichem CaF_2 am Staub gebunden vorliegt. Die Emission relevanter gasförmiger Fluorverbindungen, insbesondere auch von Fluorwasserstoffverbindungen, kann daher nach den vorliegenden Erfahrungswerten ausgeschlossen werden. Dies bestätigen auch die Messungen im Reingas der Drehofenanlage im Zementwerk Otterbein. In den letzten drei Jahren lagen die Messwerte stets im Bereich < 0,2 mg/m³ (i. N. tr. bez. 10 Vol.-% O_2). Der erweiterte Ersatzbrennstoffeinsatz hat keine nachteiligen Auswirkungen auf das Emissionsniveau für Fluor und Fluorverbindungen. Auch mit Umsetzung der geplanten Modernisierungsmaßnahmen ist zu erwarten, dass der Emissionsgrenzwert von 1 mg/m³ (i. N. tr. bez. 10 Vol.-% O_2) zukünftig weiterhin sicher unterschritten werden wird.

Die Konzentration der in den Roh- und Brennstoffen enthaltenen Chlorverbindungen ist in der Regel gering. Chlor reagiert im Drehofen mit anderen Bestandteilen des Brennguts vorwiegend unter Bildung von Alkalichloriden. Da Alkalichloride leicht verdampfbar sind, ist deren Einbindung in den Klinker in der Regel gering. Alkalichloride kondensieren auf dem kälteren Brenngut im Bereich des Ofeneinlaufs und reichern sich daher im inneren Kreislauf häufig stärker an. Erhöhte Chloridanreicherungen können insbesondere bei Drehrohröfen mit Zyklonvorwärmer zur Ansatzbildung im unteren Vorwärmerbereich bzw. am Ofeneinlauf und damit zu Störungen des Ofenbetriebs führen. Da Ersatzbrennstoffe zum Teil etwas höhere Chlorgehalte aufweisen als Kohlen, wird der Chloreintrag in das Ofensystem durch deren Einsatz etwas erhöht. Aus diesem Grund wird eine entsprechende Anlage zur Kreislaufentlastung im Bereich des Ofeneinlaufs installiert, mit der die Chlorkreisläufe erfolgreich entlastet werden können.

Chloreinträge über die Brennstoffe sind beim Klinkerbrennprozess zudem nicht emissionsrelevant. Chlorwasserstoff (HCl) liegt beim Klinkerbrennprozess aufgrund des hohen Überschusses an alkalisch reagierenden Brenngutbestandteilen nicht als stabile Verbindung vor. Daher wird mit dem Ofenabgas kein gasförmiger Chlorwasserstoff emittiert. Feinste Kornfraktionen der Alkalichloride des Reingasstaubes, die das Messgasfilter der zur Bestimmung von Chlorwasserstoff eingesetzten Probenahmesonde passieren, können allerdings bei Drehöfen der Zementindustrie geringe Gehalte an gasförmigen, anorganischen Chlorverbindungen im Abgas vortäuschen. Die Höhe dieser Emissionen ist jedoch unabhängig von der Art der eingesetzten Ersatzbrennstoffe.

Die gegenwärtigen Konzentrationen an Chlor und Chlorverbindungen im Reingas liegen mit < 2 mg/m³ (i. N. tr. bez. 10 Vol.-% O_2) deutlich unter dem Grenzwert von 10 mg/m³ (i. N. tr. bez. 10 Vol.-% O_2). Auch zukünftig ist davon auszugehen, dass sich die Emissionen in vergleichbarer Größenordnung bewegen. Gegebenenfalls erhöhte Chlor-Einträge über die Ersatzbrennstoffe (bei hohen Substitutionsraten) werden durch die neue Anlage zur Kreislaufentlastung kompensiert.

5.8 Organische Emissionen – Gesamt-C

Die Emissionen an organischen Stoffen, gekennzeichnet durch die Leitkomponente Gesamtkohlenstoff, sind bei Drehofenanlagen der Zementindustrie vorwiegend rohmaterialbedingt und können bei optimierter Verbrennung durch die Art der verwendeten Brennstoffe sowie deren Einsatz an den jeweiligen Stellen des Prozesses nicht beeinflusst werden. In Abhängigkeit von den in der jeweiligen Lagerstätte vorherrschenden Gehalten an organisch gebundenem Kohlenstoff werden diese Verbindungen im Bereich des Drehofenvorwärmers je nach Flüchtigkeit freigesetzt und bestimmen auf diese Weise unabhängig von den Verbrennungsbedingungen das Emissionsniveau organischer Verbindungen im Abgas der Ofenanlage.

Generell kommt den Verbrennungsbedingungen bei der Betrachtung organischer Emissionen eine besondere Bedeutung zu. Dabei unterscheiden sich Drehofenanlagen der Zementindustrie von klassischen Verbrennungsanlagen durch die besondere Verfahrenstechnik beim Klinkerbrennen. Hier wird das Brenngut im Gegenstromverfahren mit den Rauchgasen aus der Feuerung geführt. Daraus resultieren einerseits die für das Ofengas langen Verweilzeiten bei hoher Temperatur. Andererseits wird durch die intensive Gas-/Brenngutdurchmischung eine effektive Adsorption am Feststoff begünstigt, so dass chemische Grenzflächenprozesse wie Abbaureaktionen und Oxidationen bevorzugt ablaufen.

Temperaturverlauf und Gasverweilzeiten in Drehrohröfen sind im Hinblick auf die Zerstörung organischer Verbindungen, die gegebenenfalls über die Brennstoffe eingetragen werden, weitgehend unabhängig von der Art der Drehofenanlage. Das Temperaturprofil in einem Drehofenrohr ist dadurch gekennzeichnet, dass von einer Verweilzeit von etwa 3 – 4 Sekunden ausgegangen werden kann, in denen die Gastemperatur mehr als 1.200 °C beträgt. Toxische organische Verbindungen, die gegebenenfalls in Einsatzstoffen in geringen Mengen enthalten sein können, erfahren dadurch auf ihrem Weg durch das Drehrohr eine sehr effektive Umsetzung und sind im Ofenabgas praktisch nicht mehr wiederzufinden. Um bei allen Betriebszuständen optimierte Verbrennungsbedingungen sicherzustellen, werden an der Drehofenanlage im Zementwerk Otterbein mittels kontinuierlicher Gasanalyse der Gehalt an Sauerstoff (O_2) und Kohlenmonoxid (CO) im Drehofenabgas gemessen. Zudem wird über elektrische Verriegelungen sichergestellt, dass die Ersatzbrennstoffe nur eingesetzt werden, wenn sich die Ofenanlage im bestimmungsgemäßen Klinkerproduktionsbetrieb befindet und optimierte Verbrennungsbedingungen im Ofenraum herrschen. Die Aufgabe der Ersatzbrennstoffe ist so verriegelt, dass sie bei einer Rohmehlaufgabe von < 22,5 t/h abgeschaltet und die Hauptfeuerung ausschließlich mit Regelbrennstoffen weiter betrieben wird.

Die Emissionen an Gesamt-C werden bislang diskontinuierlich überwacht. Zukünftig soll eine kontinuierliche Überwachung erfolgen. Zahlreiche Untersuchungen im Reingas von Drehofenanlagen mit einer SCR-Anlage haben gezeigt, dass mit dem Katalysator als positiver Nebeneffekt auch die Emissio-

nen an Gesamt-C gemindert werden. Insofern ist davon auszugehen, dass der Emissionsgrenzwert von 10 mg/m³ im Tages- und 20 mg/m³ im Halbstundenmittel (i. N. tr. bez. 10 Vol.-% O_2) auch zukünftig sicher eingehalten wird. Der erweiterte Ersatzbrennstoffeinsatz hat dabei keine nachteiligen Auswirkungen auf das Emissionsniveau für Gesamt-C.

5.9 Kohlenmonoxid

Die Konzentration von CO im Abgas von Zementdrehofenanlagen ist im Wesentlichen rohmaterialbedingt. Während des Vorwärmprozesses werden die organischen Bestandteile des Rohmaterials unter dem Einfluss der hohen Temperaturen freigesetzt, zu einem geringen Teil als organische Verbindungen mit dem Abgasstrom emittiert und weit überwiegend zu Kohlenmonoxid oder Kohlendioxid oxidiert. Aufgrund der rohmaterialbedingten Bildung tritt Kohlenmonoxid somit zum Großteil unabhängig von den Verbrennungsbedingungen im Abgas von Drehofenanlagen der Zementindustrie auf.

Aufgrund der spezifischen Rohmaterialsituation im Zementwerk Otterbein können im Abgas Emissionskonzentrationen von bis zu 3.000 mg/m³ auftreten, weshalb entsprechende Emissionsgrenzwerte festgelegt sind (3.000 mg/m³ im Tages- und 4.500 mg/m³ im Halbstundenmittel i. N. tr. bez. 10 Vol.-% O_2). Das Emissionsniveau im Jahresmittel lag in den letzten drei Jahren im Bereich von 850 – 1.500 mg/m³. Aufgrund der rohmaterialbedingten Emissionen, wird sich das Emissionsniveau auch zukünftig in einer vergleichbaren Größenordnung bewegen. Der erweiterte Einsatz von Ersatzbrennstoffen hat dabei keine nachteiligen Auswirkungen auf die CO-Emissionen im Reingas.

5.10 Dioxine und Furane

Für die Entstehung von Dioxinen und Furanen bei Hochtemperaturprozessen können drei Prozesse ursächlich sein:

1. Bereits in Spuren vorhandene PCCD/F werden bei ungeeigneten Verbrennungsbedingungen nicht hinreichend zerstört.
2. Geeignete Vorläuferverbindungen wie polychlorierte Biphenyle (PCB) und polychlorierte Phenole (PCPh) liefern während des Verbrennungsprozesses Furane bzw. Dioxine.
3. Es kommt zur sogenannten De-novo-Synthese aus anderen, nichtchlorierten organischen Stoffen.

Die Ergebnisse zahlreicher Messungen, die bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen an Zementdrehofenanlagen durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass – unabhängig von der Wahl des eingesetzten Brennstoffs – die gemessenen Konzentrationen von Dioxinen und Furanen im Reingas äußerst gering sind und in der Regel deutlich unterhalb des Grenzwertes von 0,1 ngTE/m³ (i. N. tr. bez. 10 Vol.-% O_2). Dies bestätigen auch die bisherigen Messungen im Reingas der Drehofenanlage im Zementwerk Otterbein. Aufgrund der hohen Temperaturen beim Klinkerbrennprozess, verbunden mit langen Verweilzeiten, werden auch thermisch stabile Verbindungen, wie Dioxine und Furane die in Brennstoffen der Primärfeuerung enthalten sind, praktisch vollständig zerstört.

Auch zukünftig und mit Erweiterung des Einsatzes von Ersatzbrennstoffen sind keine nachteiligen Veränderungen des Emissionsniveaus für PCDD/F zu erwarten. Aus den bisherigen Erfahrungen und zahlreichen Messungen im Reingas von Drehofenanlagen mit SCR-Katalysator ist bekannt, dass dieser als positiver Nebeneffekt zu einer Minderung auch dieser Komponenten beiträgt. Insofern könnten die tatsächlichen Emissionen zukünftig sogar noch geringer sein.

5.11 Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe, polychlorierte Chlorbenzole, Benzo(a)pyren und Tetrachlorethen

Zum Emissionsverhalten von polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und polychlorierten Chlorbenzolen (PCBz) an Drehofenanlagen der Zementindustrie liegen ebenfalls zahlreiche Emissionsmessergebnisse vor. Aufgrund der hohen Temperaturen und langen Verweilzeiten ist davon auszugehen, dass sich diese Stoffe ähnlich wie Dioxine und Furane verhalten und demnach bei optimaler Verbrennungsführung der Drehofenanlage eine weitreichende Zerstörung gewährleistet ist. In Bezug auf die Emissionskonzentrationen der PAK liegt im Allgemeinen eine Verteilung vor, in der Naphtalin mit einer Gewichtskonzentration von etwa 95 % an den PAK der EPA (US Environmental Protection Agency)-Liste dominiert.

Die Konzentrationen von Benzo(a)pyren sowie Tetrachlorethen liegen im Reingas von Drehofenanlagen der Zementindustrie in der Regel immer im Bereich unterhalb der Bestimmungsgrenze des Analysenverfahrens.

Der zukünftige erweiterte Einsatz von Ersatzbrennstoffen hat keine nachteiligen Auswirkungen auf das Emissionsniveau der vorgenannten Komponenten.

5.12 Benzol

Benzol ist die einfachste aromatische Verbindung. Es entsteht bei der thermischen Zersetzung organischer Bestandteile des Rohmaterials im Vorwärmer. Typische Emissionskonzentrationen im Reingas von Zementdrehofenanlagen mit Zyklonvorwärmer liegen in der Regel unter 5 mg/m³. Die Emissionen im Reingas der Drehofenanlage im Zementwerk Otterbein lagen bei den letzten Emissionsmessungen stets im Bereich von < 1 mg/m³ (i. N. tr. bez. 10 Vol.-% O_2). Durch den zukünftig geplanten erweiterten Ersatzbrennstoffeinsatz wird sich dieses Emissionsniveau nicht ändern.

Da aus zahlreichen Messungen an Drehofenanlagen mit Katalysator bekannt ist, dass dieser als positiver Nebeneffekt auch zur weitergehenden Minderung von Benzol-Emissionen beiträgt, könnten die tatsächlichen Emissionen zukünftig sogar noch geringer sein.

5.13 Probenahme- und Analysenkonzept für Ersatzbrennstoffe

Die heute und zukünftig eingesetzten Ersatzbrennstoffe werden hinsichtlich ihrer Zusammensetzung streng überwacht. Für jede einzelne Anlieferung wird zunächst eine Eingangskontrolle vorgenommen. Diese Annahmekontrolle umfasst mindestens die Ermittlung und Dokumentation von

- Art des Brennstoffs, einschließlich Abfallschlüsselnummer
- Menge
- Datum und Uhrzeit der Annahme
- Herkunft
- Ergebnis der Sichtkontrolle

Die Lieferanten der Ersatzbrennstoffe müssen die Qualität der Ersatzbrennstoffe außerdem durch regelmäßige Deklarationsanalysen nachweisen. Diese Analysen müssen mindestens folgende Parameter enthalten:

- Heizwert
- Schwermetalle (Hg, Cd, Tl, Sb, As, Pb, Cr, Co, Cu, Mn, Ni, V, Sn)
- Chlor, gesamt

- Schwefel
- Fluor, gesamt

Bei jeder Anlieferung eines Ersatzbrennstoffes erfolgt die Probenahme einer Mischprobe, die ein Jahr lang aufbewahrt wird. Viermal pro Jahr werden durch ein unabhängiges Labor von jedem Ersatzbrennstoff unangekündigt und in unregelmäßigen Abständen jeweils zwei Einzelproben auf die vorgenannten Parameter hin untersucht. Dabei gelten die Grenzwerte als eingehalten, wenn für jeden Parameter die jeweils festgelegten Maximalwerte (siehe **Tabelle 2-3**) nicht überschritten werden. Für Fluff und Trockenklärschlamm gilt zusätzlich, dass bei jedem Lieferantenwechsel zusätzlich in den ersten zwei Monaten jeweils drei Stichproben zu analysieren sind.

Wird ein Maximalwert überschritten, sind hierfür fünf Rückstellproben, die unmittelbar vor und nach der zu beanstandenden Probe gezogen wurden, hinsichtlich des kritischen Parameters zu untersuchen und das 80- und 90 %-Perzentil zu ermitteln. Damit kann festgestellt werden, ob die Überschreitung des Maximalwertes systematisch ist oder ob ein einzelner Ausreißer vorliegt. Wird das 90 %-Perzentil nicht überschritten, gilt der Wert als eingehalten. Bei Nichteinhaltung der Maximalwerte muss der Abfalllieferant unterrichtet werden und der Ersatzbrennstoff so lange nicht angenommen werden, bis die erforderliche Qualität wieder hergestellt ist.

Zusätzlich zu den Untersuchungen im Rahmen der Eigen- und Fremdüberwachung laut Genehmigung, werden die Ersatzbrennstoffe unter anderem auch gemäß der Monitoringverordnung zum Emissionshandel [25] beprobt, analysiert und überwacht.

5.14 Auswirkungen auf das Produkt

5.14.1 Prognose der Spurenelementgehalte im Zementklinker

Die Bewertung der Auswirkungen des veränderten Brennstoffportfolios auf das Zwischenprodukt, den Zementklinker, kann ebenfalls anhand der Stoffflussanalyse für Spurenelemente vorgenommen werden. Bei den nachfolgend dargestellten Produktprognosen wird als Bezugsgröße der Zementklinker gewählt. Ein Bezug auf das Produkt Zement ist wenig sinnvoll, da der Einfluss des Zementklinkers auf die Spurenelementgehalte im Zement sehr stark von der jeweils hergestellten Zementsorte und den gegebenenfalls eingesetzten anderen Hauptbestandteilen abhängt.

Das Verhalten von Spurenelementen beim Klinkerbrennprozess wird durch deren physikalisch-chemisches Verhalten, insbesondere durch ihre Flüchtigkeit bestimmt. Der nicht emittierte Teil der Spurenelemente wird somit vorwiegend in den Klinker eingebunden. Für die Produktprognose werden die Emissionsprognosen (siehe Kapitel 5.2) herangezogen, bei denen mittlere Spurenelementgehalte in den Roh- und Brennstoffen zugrunde gelegt wurden. Eine Betrachtung auf Basis maximaler Gehalte ist an dieser Stelle nicht sinnvoll, da kurzzeitige Spitzenkonzentrationen in einzelnen Stoffen aufgrund des Speicherverhaltens der Ofenanlage sowie der nachgeschalteten Klinkersilos (Vergleichmäßigung der Stoffströme) zu keiner nennenswerten Mehrbelastung im Klinker führen.

Als Basis für die Abschätzung der jeweiligen Einträge in das Produkt Zementklinker wurden die Transferfaktoren aus dem „Leitfaden zur energetischen Verwertung von Abfällen in Zement-, Kalk- und Kraftwerken in Nordrhein-Westfalen“ eingesetzt [14]. Sie sind in **Tabelle 5-3** aufgeführt. Weitergehende Minderungsmaßnahmen und der Austrag von Spurenelementen bspw. mit den Prozessstäuben werden bei dieser vereinfachten (aber konservativen) Abschätzung nicht betrachtet.

Tabelle 5-3 Transferfaktoren für Zementwerke (Zementklinker) nach dem Leitfaden zur energetischen Verwertung von Abfällen in Zement-, Kalk- und Kraftwerken in NRW [14]

Element	**Transferfaktor Zementklinker in %**
Cadmium (Cd)	99,83
Thallium (Tl)	98,7
Quecksilber (Hg)	60
Antimon (Sb)	99,97
Arsen (As)	99,977
Blei (Pb)	99,95
Chrom (Cr)	99,988
Kobalt (Co)	99,981
Kupfer (Cu)	99,9907
Mangan (Mn)	99,982
Nickel (Ni)	99,97
Vanadium (V)	99,948
Zinn (Sn)	99,926

Die Ergebnisse der Produktprognosen sind in **Tabelle 5-4** dargestellt. Die ausführlichen Berechnungstabellen der Stoffflussanalysen können außerdem im Anhang in Kapitel 9.1.2 eingesehen werden.

In der deutschen Rechtsprechung gibt es keine Grenzwerte für Spurenelemente im Zementklinker. Um die Einträge einordnen und bewerten zu können, wurden deshalb die maximal zulässigen Spurenelementgehalte der Schweizer Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen [26] sowie Bandbreiten der Gehalte in natürlichen Gesteinen gemäß [27] herangezogen.

Tabelle 5-4 Prognose der Spurenelementeinbindung in den Zementklinker und Vergleich mit maximal zulässigen Gehalten gemäß der Schweizer Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (VVEA [26]) sowie mit Spannbreiten von Spurenelementgehalten in natürlichem Gestein [27]

	IST [2] (55 %)	PLAN 1 [3] (80 %)	PLAN 2 [4] (80 %)	PLAN 3 [5] (80 %)	PLAN 4 [6] (100 %)	PLAN 5 [7] (100 %)	PLAN 6 [8] (100 %)	PLAN 7 [9] (100 %)	PLAN 8 [10] (100 %)	VVEA [25]	Natürliches Gestein [26]
Einheit	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg
Hg [1]	*0,029*	*0,028*	*0,029*	*0,030*	*0,027*	*0,064*	*0,029*	*0,047*	*0,026*	-	
Cd	0,558	0,585	0,585	0,596	0,564	0,683	0,606	0,654	0,598	**5**	0,02 – 18
Tl	0,855	0,849	0,851	0,853	0,845	0,874	0,862	0,869	0,844	-	0,01 – 57
As	12,92	12,47	12,49	12,52	12,13	12,42	12,17	12,30	12,12	**15**	0,01 – 703
Co	15,70	22,32	21,34	22,83	16,52	23,99	20,19	24,01	25,48	**125**	0,005 – 472
Ni	28,22	26,85	27,01	27,18	25,93	30,88	25,90	28,44	25,79	**250**	0,2 – 2.530
Sb	4,56	5,66	5,55	5,82	4,86	6,24	5,45	6,16	6,21	**15**	0,002 – 507
Pb	88,78	87,66	87,63	88,00	85,19	91,81	93,62	93,05	86,46	**250**	0,1 – 1.020
Cr	41,04	40,58	40,70	40,92	40,02	43,35	40,77	42,18	40,17	**250**	0,1 – 3.642
Cu	47,32	63,20	61,25	65,00	50,81	95,00	58,96	81,47	71,04	**250**	0,03 – 1.870
Mn	505,6	502,4	503,2	504,1	500,8	528,7	505,5	517,4	500,1	-	2 – 540.000
V	41,27	38,66	38,69	38,74	36,58	38,16	36,62	37,41	36,57	-	0,01 – 45.931
Sn	4,79	4,81	4,81	4,87	4,60	6,35	4,77	5,61	4,79	**50**	0,05 – 390

1) Für Quecksilber ist die Abschätzung extrem konservativ, da Quecksilber aufgrund der hohen Flüchtigkeit in hohem Maße emittiert wird bzw. mit den Prozessstäuben aus dem Ofensystem ausgeschleust wird. Insofern ist davon auszugehen, dass der Eintrag in den Zementklinker tatsächlich deutlich geringer ist als die angegebenen Werte.
2) 55 % EBS: 40 % Fluff hoch / 15 % Tiermehl
3) 80 % EBS: 80 % Fluff hoch
4) 80 % EBS: 40 % Fluff hoch / 25 % Fluff mittel / 15 % Tiermehl
5) 80 % EBS: 60 % Fluff mittel / 20 % Tiermehl
6) 100 % EBS: 50 % Fluff hoch / 50 % Tiermehl
7) 100 % EBS: 60 % Fluff hoch / 20 % Fluff mittel / 20 % Trockenklärschlamm
8) 100 % EBS: 70 % Fluff hoch / 10 % Tiermehl / 20 % Holzspäne
9) 100 % EBS: 55 % Fluff hoch / 25 % Fluff mittel / 10 % Trockenklärschlamm / 10 % Holzspäne
10) 100 % EBS: 100 % Fluff hoch

Der Vergleich mit den zulässigen Maximalgehalten (VVEA) zeigt, dass die Erwartungswerte für den Klinker zum Teil deutlich unter den in der Schweiz zulässigen Höchstwerten liegen. Für die Elemente Thallium, Mangan und Vanadium finden sich keine Grenzwerte in der VVEA. Auch der Vergleich der prognostizierten Spurenelementgehalte im Zementklinker mit den Spannbreiten der Gehalte natürlicher Spurenelemente in Gesteinen zeigt, dass sich die berechneten Spurenelementgehalte in den für natürliche Gesteine ermittelten Bereichen wiederfinden.

Insofern bestehen keine Anhaltspunkte für nachteilige Auswirkungen auf das Produkt, den Zementklinker durch den erweiterten Einsatz von Ersatzbrennstoffen und das veränderte Brennstoffportfolio. Inwieweit nachteilige Auswirkungen auf das Produkt hinsichtlich der späteren Nutzungsphase zu erwarten sind, wird nachfolgend betrachtet.

5.14.2 Bewertung des Auslaugverhaltens

Bezüglich des Auslaugverhaltens von Zement und Beton ist zwischen der Phase der Betonherstellung (Frischbetonphase) sowie der Nutzungsphase (Festbetonphase) zu unterschieden. So erfolgt unmittelbar nach dem ersten Kontakt des Zements mit dem Wasser eine Serie komplexer physikalisch/chemischer Reaktionen, bei denen verschiedene chemische Verbindungen in Lösung gehen und erste Reaktionsprodukte entstehen. Diese hydraulischen Reaktionen bewirken im weiteren Verlauf der Hydratation das Erstarren und Erhärten von Zementen bzw. der damit hergestellten Betone. Dabei werden zum Beispiel die Festigkeitsentwicklung und das Auslaugverhalten der Betone in entscheidender Weise vom Wasserzementwert, d.h. von dem Gewichtsverhältnis des eingesetzten Zements zum Zugabewasser, beeinflusst. Niedrige Wasserzementwerte führen zu Zementstein mit einem sehr geringen Kapillarporenraum und damit zu einem hohen Auslaugwiderstand des Betons. Nachfolgend wird das Auslaugverhalten von Betonen beschrieben, wobei zwischen Frisch- und Festbeton unterschieden wird. Darüber hinaus wird eine Bewertung des Auslaugverhaltens von gebrochenem Beton nach dessen Nutzungsphase vorgenommen.

5.14.2.1 Auslaugverhalten von Frischbeton

Zur Betonherstellung werden Zement, Gesteinskörnungen und gegebenenfalls Betonzusatzstoffe und -zusatzmittel mit dem Zugabewasser gemischt. Die löslichen Alkalien des Zements im verarbeitbaren Frischbeton bewirken einen pH-Wert von 12,5 – 13,5. Aufgrund der hohen Alkalität kann Frischbeton deshalb bei direktem Kontakt eine Reizung der Augen und bei längerem Kontakt auch der Haut hervorrufen. Bei der manuellen Verarbeitung müssen daher geeignete Handschuhe und Schutzkleidung getragen werden.

Untersuchungen des Forschungsinstituts des Vereins Deutscher Zementwerke (VDZ) zum Verhalten von Spurenelementen im Frischbeton haben gezeigt, dass beispielsweise die Elemente Arsen, Cadmium und Zink in zementhaltigen Suspensionen in praktisch unlöslicher Form vorliegen. Versuche, bei denen Zementsuspensionen gezielt Spurenelemente zugesetzt wurden, zeigten darüber hinaus, dass selbst wasserlösliche Salze dieser Elemente in Zementsuspensionen in unlösliche Verbindungen überführt wurden. So betrug zum Beispiel der lösliche Anteil für das Element Thallium weniger als 1 % des zugegebenen Salzes. Im Gegensatz dazu weist das Element Chrom zunächst eine höhere Löslichkeit auf. In der Zeitspanne zwischen der Wasserzugabe und dem Ende der Verarbeitungszeit des Betons werden 10 bis 20 % des gesamten Chroms gelöst. Mit fortschreitender Hydratation jedoch wird das gelöste Chromat in die Hydratphasen (Chromatettringit) eingebunden und liegt im erhärteten Beton dann in praktisch unlöslicher Form vor.

Der Gehalt an wasserlöslichem Chromat im Frischmörtel oder -beton kann bei häufigem, intensivem Hautkontakt in Abhängigkeit von der persönlichen Konstitution eine Chromatallergie, das sogenannte „Maurerekzem“ auslösen. Aufgrund der heute weitgehend industriellen Betonherstellung ist das Risiko

hierfür nur noch gering. Ein erhöhtes Risiko besteht lediglich bei der manuellen Verarbeitung des Frischbetons. Heutzutage produziert das Unternehmen Otterbein – wie alle deutschen Zementhersteller – ausschließlich chromatreduzierte Normzemente, bei denen unabhängig vom Gesamtgehalt an wasserlöslichem Chromat dieses durch die Zugabe eines geeigneten Reduktionsmittels auf Gehalte kleiner 2 ppm vermindert wird. Gleichwohl lose wie gesackte Ware ist vollständig chromatreduziert.

Eine erhöhte Gefährdung des Verarbeiters durch Chromverbindungen ist daher nicht zu befürchten. Das Tragen von Schutzkleidung und Handschuhen wegen der weiterhin vorhandenen Alkalität des Frischbetons und Mörtels ist natürlich dennoch erforderlich.

5.14.2.2 Auslaugverhalten von Frischbeton

Zahlreiche Untersuchungen belegen, dass aus üblichen Betonen nur äußerst geringe Mengen an Spurenelementen freigesetzt werden. Für die geringe Mobilisierbarkeit der Spurenelemente im Beton bzw. in der Zementsteinmatrix sind zunächst die verschiedenen Phasen der Zementhydratation verantwortlich. Die meisten im Zement enthaltenen Spurenelemente sind durch den Klinkerbrennprozess in schwerlöslicher Form in den Klinkerphasen eingebunden. Bei der Hydratation gehen sie deshalb lediglich in geringen Konzentrationen in das Porenwasser über. Dabei werden selbst Spurenelemente, die in der Frischmörtel- bzw. Frischbetonphase vergleichsweise leicht löslich sind oder künstlich zugegeben wurden, schon nach kurzer Zeit stabil eingebunden. Die für die Einbindung in die Zementsteinmatrix verantwortlichen Mechanismen sind der Einbau in das Kristallgitter der Hydratphasen, die chemische Bindung oder Sorption an die Hydratphasen sowie Fällungsreaktionen zu schwerlöslichen Verbindungen mit geeigneten Reaktionspartnern. Somit verbleibt letztendlich nur ein sehr geringer Anteil der Spurenelemente in der Porenlösung. Der Konzentrationsunterschied der Gehalte in der Porenlösung des Zementsteins gegenüber dem auslaugenden Umgebungswasser ist die treibende Kraft für eine Freisetzung durch Diffusionsprozesse (zur Veranschaulichung des Gefüges siehe **Bild 5-2**).

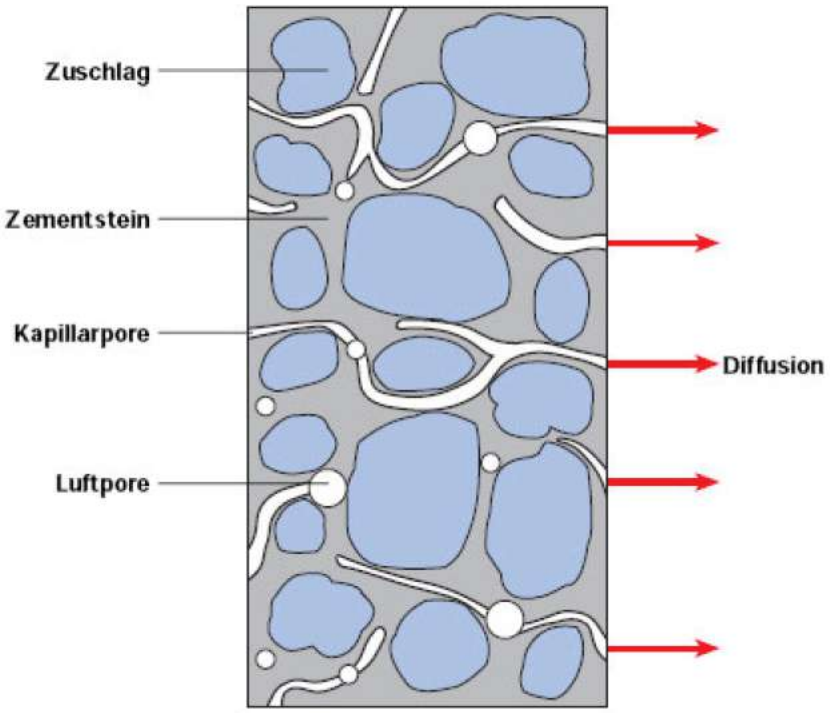


Bild 5-2 Aufbau von Beton: Zementstein, Zuschläge, Kapillarporen

Die Transportgeschwindigkeit wird im Wesentlichen durch das Diffusionsverhalten der jeweiligen Substanz und die Porenverteilung des zementgebundenen Baustoffs, insbesondere den Anteil miteinan-

der verbundener Kapillarporen, bestimmt. Für sachgerecht hergestellten Beton kann die Diffusionsgeschwindigkeit einer Substanz um einen Faktor bis zu 5.000 gegenüber der freien Diffusion in Wasser gemindert werden.

Die hervorragenden Bindungseigenschaften von Zementen für Spurenelemente waren und sind Gegenstand zahlreicher Forschungsaktivitäten. Dabei haben alle bislang durchgeführten Auslauguntersuchungen gezeigt, dass aus zementgebundenen Baustoffen nur sehr geringe Mengen an Spurenelementen freigesetzt werden. Insgesamt konnte festgestellt werden, dass zementgebundene Baustoffe unter üblichen Anwendungsbedingungen keine negativen Auswirkungen auf die Umwelt haben.

Die Ergebnisse einiger solcher Versuche sind in der folgenden **Tabelle 5-5** dargestellt. Dabei wurde das Auslaugverhalten der Spurenelemente Chrom, Thallium und Quecksilber aus Betonprüfkörpern intensiv untersucht. Die Auslaugversuche wurden mit Trinkwasser und mit angesäuertem Trinkwasser (Kalk lösender Kohlensäure) durchgeführt. Bei den Versuchen mit Kalk lösender Kohlensäure sollte die Auswirkung eines starken chemischen Angriffs und eine dadurch mögliche Erhöhung der Spurenelementfreisetzung geprüft werden. Zusätzlich wurden bei weiteren Versuchen dem Zugabewasser gezielt Spurenelemente zugefügt, um das Auslaugverhalten auch bei erhöhten Spurenelementgehalten des Betons darstellen zu können. Je Liter Zugabewasser wurden jeweils 100 mg der Metalle Chrom, Quecksilber und Thallium dem Beton als wasserlösliche Salze zugegeben. Die Dauer der Auslaugung betrug 200 Tage. Ebenfalls in der Tabelle aufgeführt sind die Spurenelementgehalte im eingesetzten Zement sowie die Gehalte, die sich aus der Dotierung des Zugabewassers ergeben.

Tabelle 5-5 Spurenelementgehalte im Zement und Ergebnisse der Auslaugversuche für dotierten und nicht dotierten Beton im Vergleich zu Grenzwerten der Trinkwasserverordnung (TWVO) [28]

	Spurenelementgehalt im Zement		**Eluatkonzentration mit Trinkwasser**		**Grenzwerte gemäß TWVO [µg/l]**	**Eluatkonzentration mit Kalk lösender Kohlensäure**	
Element	Undotierter Beton [mg/kg]	Dotierter Beton [mg/kg]	Undotierter Beton [µg/l]	Dotierter Beton [µg/l]		Undotierter Beton [µg/l]	Dotierter Beton [µg/l]
Cr	79	129	0,3	**0,3**	**50**	**0,3**	0,9
Hg	< 0,02	50	0,002	**0,004**	**1**	**0,002**	0,01
Tl	< 0,2	50	0,02	**0,06**	**k. A.**	**0,02**	1

k. A. = keine Angabe

Aus den Ergebnissen geht hervor, dass die Spurenelementkonzentrationen im Auslaugwasser bei allen Versuchen so gering waren, dass sie die Grenzwerte der Trinkwasserverordnung [28] deutlich unterschritten. Dies gilt auch im Fall eines starken chemischen Angriffs. Auf Basis der berechneten Spurenelementgehalte im Zementklinker (**Tabelle 5-4**) kann daher davon ausgegangen werden, dass sich die eluierbare Spurenelementmenge durch das erweiterte Brennstoffportfolio nicht signifikant verändern wird und keine Gefahr für die menschliche Gesundheit darstellt.

5.14.2.3 Auslaugverhalten von gebrochenem Beton nach der Nutzungsphase

Aus Sicht des Umweltschutzes ist auch die Frage zu stellen, wie sich die fest im Beton eingebundenen Spurenelemente verhalten, wenn die aus Betonen erstellten Bauwerke abgebrochen und der Beton zur Wiederverwendung zerkleinert wird. Die Überlegungen gehen deshalb heute dahin, bereits bei der Planung von neuen Gebäuden deren Rückbaufähigkeit zu berücksichtigen und es werden mittlerweile erhebliche Anforderungen an die Aufbereitung des Bauschutts gestellt. Ziel der Aufbereitung muss sein, aus dem großen Spektrum heterogener Baurestmassen qualifizierte Sekundärbaustoffe (Sekundärgesteinskörnungen) herzustellen. Hierfür stehen verschiedene bewährte Aufbereitungskonzepte zur Verfügung. Der Anteil nicht mineralischer Stoffe im Bauschutt beträgt höchstens 10 %. Prin-

zipiell können also ca. 90 % der Baurestmassen zu Sekundärbaustoffen recycelt werden (Maximalabschätzung).

Bei der Aufbereitung der Gesteinskörnung ist eine gute Vorsortierung bereits auf der Baustelle sehr wichtig. Verunreinigende Stoffe müssen weitgehend entfernt werden. Außerdem hat die Art des Abbruchs und der Zerkleinerung einen großen Einfluss auf die Qualität des aufbereiteten Materials. Insbesondere der bei den neuesten Verfahren anfallende sogenannte Brechsand ist für die Wiederverwertung als Gesteinskörnung wegen seiner ungünstigen Auswirkungen auf die Betoneigenschaften noch problematisch. Im Gegensatz dazu ist im Straßenbau eine vollständige Wiederverwendung, z.B. für Frostschutzschichten gegeben. Trotz dieser aus technischer Sicht teilweise noch ungelösten Fragen können die Wiederverwertung und gegebenenfalls auch das Mehrfach-Recycling von Beton zukünftig wesentlich zur Ressourcenschonung beitragen.

Der Altbeton wird nach dem Abbruch zerkleinert, das heißt, seine spezifische Oberfläche wird größer und das Auslaugverhalten ändert sich im Vergleich zum festen Bauteil. Insofern stellt sich die Frage, ob durch diese Vergrößerung der Oberfläche Spurenelemente eventuell wieder mobilisiert werden können. Entsprechende Versuche wurden im Forschungsinstitut des VDZ an gebrochenem Beton durchgeführt und die freigesetzten Schwermetallmengen ermittelt. Grundlage für dieses Verfahren ist der sogenannte „Schütteltest“ nach DEV-S4 (Deutsche Einheitsverfahren zur Untersuchung von Schlamm und Sedimenten), bei dem das gebrochene Material (100 g, Korngröße < 10 mm) 24 Stunden im Wasser geschüttelt wird. Die Ergebnisse sind in **Tabelle 5-6** dargestellt. Zusätzlich wurde untersucht, welcher Gehalt im Eluat sich theoretisch ergeben würde, wenn die maximalen Spurenelementgehalte im Zementklinker gemäß **Tabelle 5-4** zugrunde gelegt werden würden. Die Ergebnisse zeigen, dass die Spurenelemente im Eluat in beiden Fällen zum Teil weit unterhalb der Grenzwerte der Trinkwasser-Verordnung liegen. Dies zeigt, dass auch nach der Nutzungsphase die Auslaugung von Spurenelementen aus dem Altbeton extrem niedrig ist und diesbezüglich keine nachteiligen Auswirkungen gegeben sind.

Tabelle 5-6 Auslaugung von Spurenelementen an gebrochenem Zementstein (Versuchszement) und von Zementklinker im Vergleich zu Grenzwerten der Trinkwasser-Verordnung (DEV-S4-Test)

Element	Gehalt im Versuchszement	Gehalt im Eluat	Gehalt im Zementklinker [1)]	Gehalt im Eluat [2)]	Grenzwert TWVO [27]
Einheit	mg/kg	mg/l	mg/kg	mg/l	mg/l
Hg	< 0,05	< 0,0002	0,064	**0,0003**	**0,001**
Cd	< 0,5	< 0,0001	0,683	**0,0001**	**0,005**
Tl	< 0,5	< 0,0002	0,874	**0,0003**	k. A.
As	5	< 0,0002	12,92	**0,0005**	**0,01**
Co	10	< 0,0002	25,48	**0,0005**	k. A.
Ni	28	0,002	30,88	**0,0022**	**0,02**
Sb	1	< 0,0002	6,24	**0,0012**	**0,005**
Pb	17	0,001	93,62	**0,0055**	**0,01**
Cr	58	0,003	43,35	**0,0022**	**0,05**
Cu	22	0,0008	95,00	**0,0035**	**2**
Mn	500	0,002	528,7	**0,0021**	**0,05**
V	66	< 0,0002	38,69	**0,0001**	k. A.
Sn	3	< 0,0002	6,35	**0,0004**	k. A.

k. A.: keine Angabe
1) Maximalwert aus **Tabelle 5-4**
2) Gehalt im Eluat bei Annahme des gleichen Verhältnisses Gehalt im Zement / Gehalt im Eluat aus dem DEV-S4-Test

6 Bewertung der zukünftigen Immissionssituation am Standort

6.1 Überprüfung der Schornsteinbauhöhe des Hauptkamins

Die Schornsteinbauhöhe wurde letztmalig in 2007 gutachtlich überprüft [29]. Mit Inkrafttreten der neuen TA Luft zum 01.12.2021 haben sich die Vorgaben zur Bestimmung der Schornsteinbauhöhe zum Teil geändert. Darüber hinaus liegt ein neues Programm zur Berechnung der erforderlichen Mindesthöhe in Abhängigkeit vom jeweiligen Schadstoff vor. Aus diesem Grund wurde die Bauhöhe im Rahmen dieser Vorprüfung und im Hinblick auf die zukünftigen Abgasrandbedingungen an der Kaminmündung sowie der beantragten Emissionsgrenzwerte erneut überprüft.

Abgase sind nach Nr. 5.5.1 der TA Luft [9] so abzuleiten, dass ein ungestörter Abtransport mit der freien Luftströmung ermöglicht wird. In der Regel ist eine Ableitung über Schornsteine erforderlich, deren Höhe vorbehaltlich besserer Erkenntnisse nach der Nr. 5.5.2 zu bestimmen ist. Die Lage und Höhe der Schornsteinmündung soll den Anforderungen der Richtlinie VDI 3781, Blatt 4 [30] genügen. Danach soll der Schornstein mindestens

- eine Höhe von 10 m über Grund und
- eine den Dachfirst um 3 m überragende Höhe haben und
- die Oberkanten von Zuluftöffnungen, Fenstern und Türen der zum ständigen Aufenthalt von Menschen bestimmten Räume in einem Umkreis von 50 m um 5 m überragen. [9]

Der Standort des 47 Meter hohen Hauptkamins der Ofenanlage auf dem Werksgelände ist in **Bild 6-1** (Detailausschnitt) und **Bild 6-2** gekennzeichnet. Der Kamin ist an einem 11 Meter hohen Gebäudekomplex positioniert und überragt diesen um 36 Meter. Zuluftöffnungen, Fenster und Türen von Räumen, in denen sich Menschen ständig aufhalten, sind im Umkreis von 50 Metern nicht vorhanden. Die vorgenannten drei Kriterien der Nr. 5.5.1 sind somit hinreichend erfüllt.

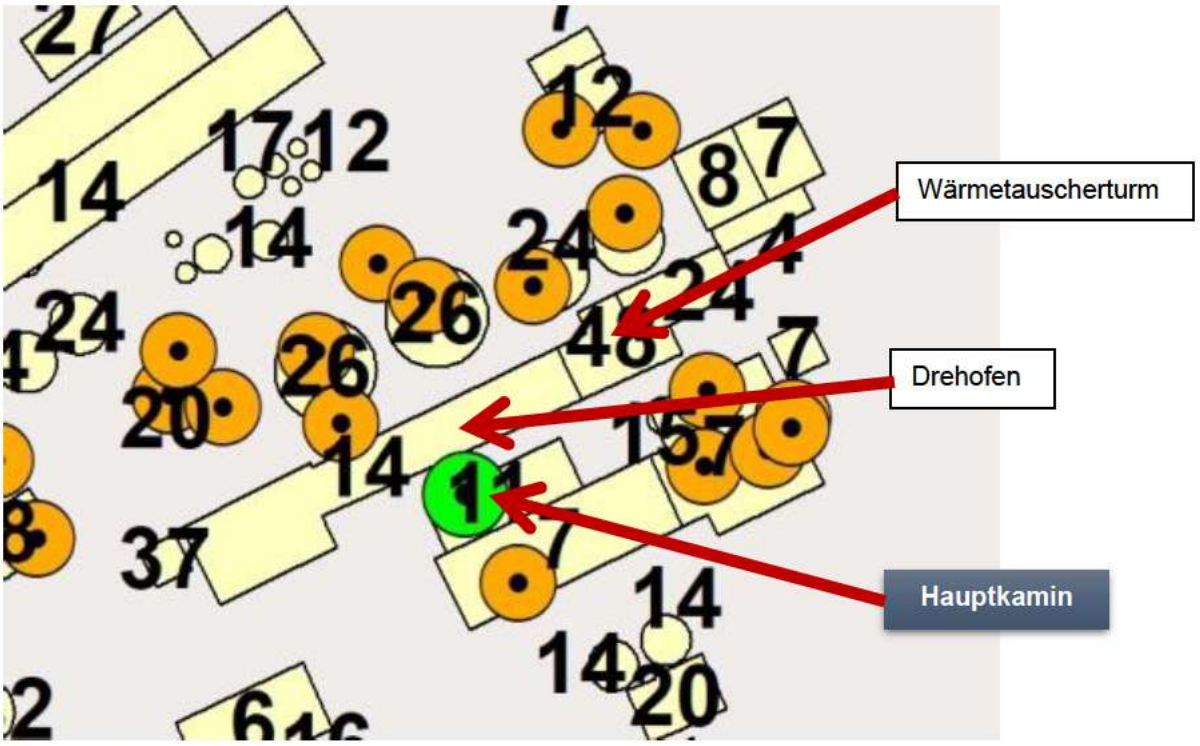


Bild 6-1 Standort Hauptkamin auf dem Werksgelände der Fa. Otterbein - Detailausschnitt

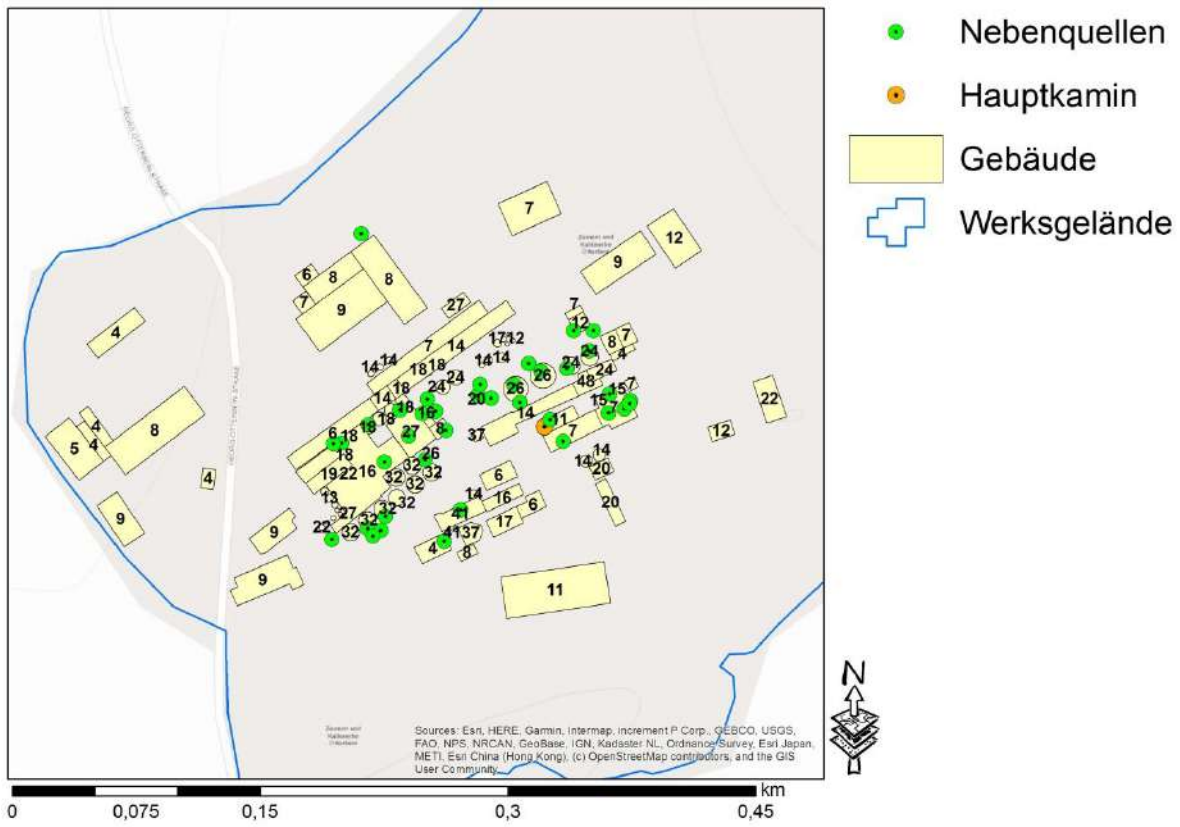


Bild 6-2 Darstellung modellierten Gebäude am Standort und Kennzeichnung der betrachteten Haupt- und Nebenquellen des Zementwerks (Zahlenwerte kennzeichnen Gebäudehöhen)

Nachfolgend wird geprüft, welche Schornsteinbauhöhe sich für den zukünftigen Zustand auf Basis der neuen Vorgaben der TA Luft Nr. 5.5.2 ergibt.

6.1.1 Berechnung der Schornsteinmindesthöhe

Die Berechnung der Schornsteinmindesthöhe erfolgt gemäß dem Anhang 2, Nr. 14 der TA Luft [9]. Dessen Voraussetzungen sind im Programm BESMIN Version 1.0 [31] umgesetzt, welches vom Umweltbundesamt zur Verfügung gestellt wird. Das Programm BESMIN bestimmt die Bauhöhe eines einzelnen Schornsteins so, dass für jede Wettersituation der Maximalwert der bodennahen Konzentration die durch den S-Wert vorgegebene Konzentration (Zahlenwert in mg/m³) gerade nicht überschreitet. Dabei wird auf die Ergebnisse von Ausbreitungsrechnungen zurückgegriffen, die für jede der in Betracht zu ziehenden Wettersituationen und ein Spektrum von effektiven Quellhöhen für eine passive Punktquelle in ebenem Gelände und ohne Gebäudeeinfluss durchgeführt worden sind.

Die S-Werte für bestimmte Schadstoffe und Schadstoffklassen sind in Anhang 6, Tabelle 21 TA Luft aufgeführt. Anhand des S-Wertes wird die Relevanz eines Schadstoffes beurteilt. Je größer das Verhältnis von Emissionsmassenstrom Q zu S-Wert ist (sogenanntes Q/S-Verhältnis), umso relevanter ist der Schadstoff zu beurteilen.

Die Berechnung mit BESMIN erfolgt in zwei Schritten:

1. Es wird für jede Wettersituation die effektive Quellhöhe berechnet, die erreicht werden muss, damit bei dem vorgegebenen Emissionsmassenstrom die bodennahe Konzentration den S-Wert nicht überschreitet.

2. Es wird für jede Wettersituation die Bauhöhe bestimmt, bei welcher sich zusammen mit der Abgasfahnenüberhöhung (berechnet mit IBJpluris) die erforderliche effektive Quellhöhe ergibt. Der höchste Wert der für alle Wettersituationen bestimmten Bauhöhen ist die gesuchte Schornsteinhöhe. [31]

Folgende Emissionsparameter sind dabei im Programm vorzugeben:

- Emissionsmassenstrom [Q in kg/h]
- Innendurchmesser des Schornsteins [d in m]
- Austrittsgeschwindigkeit [v in m/s] bei Betriebsbedingungen
- Austrittstemperatur [T in °C]
- Wasserbeladung [x in kg/kg]

Die Wasserbeladung x (Parameter zq in kg/kg) wurde nach der folgenden Formel berechnet:

$$x = \frac{V(N,f.) - V(N,tr.)}{V(N,tr.)} \frac{\rho(V,N)}{\rho(V,N,tr.)}$$

mit V (N, f.) = feuchter Normvolumenstrom bei Betriebs-O_2
V (N, tr.) = trockener Normvolumenstrom bei Betriebs-O_2
ρ (V, N) = Dichte von Wasserdampf im Normzustand: 0,80376
ρ (V, N, tr.) = Dichte von trockener Luft im Normzustand in Abhängigkeit vom O_2-Gehalt. Für O_2 = 15 Vol.-%: 1,324

In **Tabelle 6-1** sind die entsprechenden Eingangsgrößen für den Hauptkamin für den Planzustand dargestellt. Die Berechnung erfolgte für die neu beantragten Emissionsgrenzwert im Tagesmittel (bzw. Mittelwert über die Probenahmezeit) entsprechend **Tabelle 2-5**.

Die Ergebnisse der Schornsteinhöhenberechnungen mit dem Programm BESMIN sind ebenfalls in **Tabelle 6-1** zusammengefasst. Die Dateien aus BESMIN können im Anhang, Kapitel 9.2 eingesehen werden. Für die meisten Komponenten liegt die berechnete Mindesthöhe unterhalb der niedrigsten möglichen Bauhöhe von 6 Metern. Die höchste Schornsteinmindestbauhöhe berechnet sich für die Komponente Stickstoffdioxid zu 7 Metern. Zusätzlich wurde geprüft, welche Mindesthöhe sich berechnet, wenn der für Ausfallzeiten der SCR-Anlage (maximal 5 % der Betriebszeit der Ofenanlage) beantragte höhere NO_x-Grenzwert von 350 mg/m³ (i. N. tr. bez. 10 Vol.-% O_2) zugrunde gelegt wird. Die höchste erforderliche Mindestbauhöhe beträgt für diesen Fall 11 Meter.

Tabelle 6-1 Eingangsdaten für die Schornsteinhöhenberechnung nach TA Luft [9] und Ergebnisse der Berechnungen mit dem Programm BESMIN

	Einheit	PLANZUSTAND		
Standort (UTM-Koordinaten)		32536136,2 / 5603730,5		
Kamindurchmesser	m	**1,5**		
Austrittsfläche	m²	1,77		
Abgas nach Vereinigung				
Betriebsvolumenstrom	m³/h	209.720		
Austrittsgeschwindigkeit	m/s	**33**		
Austrittstemperatur	°C	**145**		
Abgasfeuchte	Vol.-%	9		
Sauerstoffgehalt im Betrieb	Vol.-%	15		
Wasserbeladung - Volumenstrom, trocken (Betriebs-O_2) - Volumenstrom, feucht (Betriebs-O_2)	kg/kg m³/h i. N. tr. m³/h i. N. f.	**0,06** 124.667 136.996		
Volumenstrom bei 10 Vol.-% O_2	m³/h i. N. tr.	68.000		
	Emission	**S-Wert**	**Höhe H'**	
Komponente	**kg/h**	**mg/m³**	**m**	
Gesamtstaub	0,680	0,08	6,0	
NO_x (als NO_2) [1]	8,43	0,10	**7,0**	
NO_x (als NO_2) - Ausfall SCR [2]	*14,8*	0,10	**11,0**	
SO_2	3,4	0,14	6,0	
HCl	0,680	0,10	6,0	
HF	0,068	0,0018	6,0	
TOC	0,680	0,10	6,0	
CO	204	7,5	6,0	
Benzol	0,340	0,005	6,0	
Hg	0,002	0,00013	6,0	
∑As, B(a)P, Cd, Co, Cr [2]	0,0034	0,00005	7,2	
∑ Sb – Sn [3]	0,034	0,1	6,0	

1) Bei der Emission von Stickstoffmonoxid ist ein Umwandlungsgrad von 60 vom Hundert zu Stickstoffdioxid zugrunde zu legen. Bei Drehofenanlagen der Zementindustrie liegt das Verhältnis von NO zu NO_2 an der Emissionsquelle bei 95 % NO zu 5 % NO_2. Der primäre NO_2-Massenstrom berechnet sich somit zu 0,05 x m(NO_x) und der sekundäre NO_2-Massenstrom zu (0,95 x 0,6 x m(NO_x). Die Summe aus primären und sekundären NO_2-Massenstrom bildet den effektiven NO_2-Massenstrom, der den Berechnungen zugrunde zu legen ist.
2) TA Luft Nr. 5.2.7 Klasse I
3) TA Luft Nr. 5.2.2 Klasse II / III -> Die Berechnung erfolgt nur für Klasse III, da nach TA Luft [9] beim Zusammentreffen von Stoffen der Klasse II (Pb, Co, Ni) und Klasse III (Sb, Cr, Cu, Mn, V, Sn) insgesamt die Emissionswerte der Klasse III nicht überschritten werden dürfen.

6.1.2 Berücksichtigung von Bebauung und Bewuchs

Nach Nr. 5.5.2.3 TA Luft muss bei der Festlegung der Schornsteinhöhe außerdem vorausgesetzt sein, dass das Windfeld bei der Anströmung des Schornsteins nicht wesentlich durch geschlossene Bebauung oder geschlossenen Bewuchs nach oben verdrängt wird und dass die Schornsteinmündung nicht in einer geländebedingten Kavitätszone des Windfeldes liegt. Sind diese Voraussetzungen nicht erfüllt, ist die mit BESMIN bestimmte Schornsteinhöhe entsprechend zu korrigieren.

Maßgeblich für die Verdrängung des Windfeldes durch Bebauung und Bewuchs ist das Innere eines Kreises um den Schornstein mit dem Radius der 15-fachen Schornsteinmindesthöhe, die mit dem

Programm BESMIN bestimmt wurde, mindestens aber mit dem Radius 150 Meter. Innerhalb dieses Kreises ist der Bereich mit geschlossener Bebauung oder geschlossenem Bewuchs zu ermitteln, der 5 % der Kreisfläche umfasst und in dem die Bebauung oder der Bewuchs die größte mittlere Höhe über Grund aufweist. Hohe Einzelgebäude sind dabei aber nicht einzubeziehen.

Im vorliegenden Fall wurde die Mindesthöhe zu 11 Meter bestimmt, folglich ist hinsichtlich Bebauung und Bewuchs ein Gebiet mit Radius 165 Meter zu berücksichtigen. Dieses Gebiet in **Bild 6-3** dargestellt.

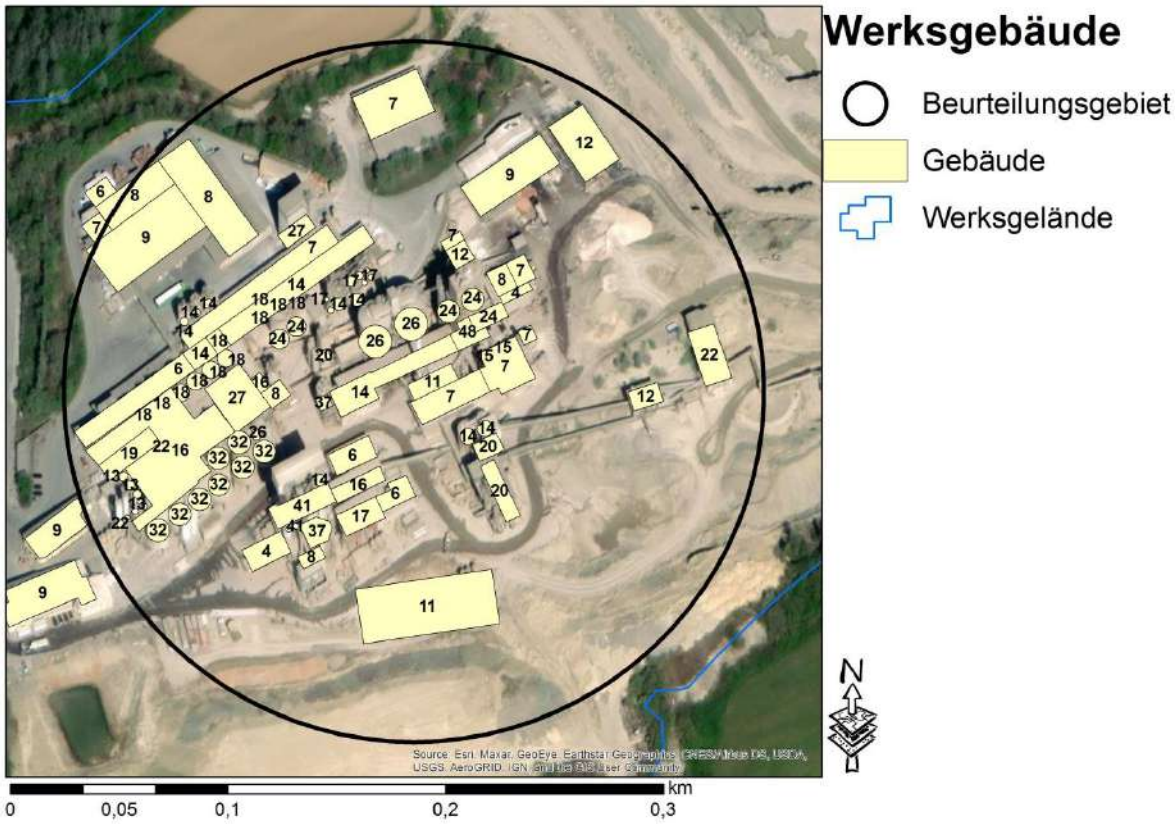


Bild 6-3 Beurteilungsgebiet zur Ermittlung der durchschnittlichen Höhe von Bebauung und Bewuchs

Aus der Abbildung ist ersichtlich, dass innerhalb dieses Kreises im Prinzip flächendeckend überwiegend Gebäudekomplexe Fa. ZKW Otterbein vorhanden sind. Kreisflächenanteile von 5 % mit größter mittlerer Bauhöhe über Grund lassen sich hier aus gutachtlicher Sicht nur ungenau abgrenzen. Im Sinne einer pragmatischen Vorgehensweise wurden deshalb nicht einzelne Flächenanteile betrachtet, sondern eine einfache mittlere Gebäudehöhe (ohne Flächengewichtung) aus allen Gebäudekomplexen (bis auf hohe Einzelgebäude mit 37, 41 und 48 Metern) innerhalb dieses Kreises ermittelt. Diese beträgt 16,8 Meter und wurde unmittelbar zur Schornsteinmindesthöhe addiert. Die erforderliche Bauhöhe aufgrund von Bebauung müsste folglich 11 + 16,8 = 27,8 Meter betragen. Die aktuelle Bauhöhe von 47 Metern liegt deutlich über diesem Wert.

Die TA Luft [9] gibt keine weiteren Hinweise, inwiefern hohe Einzelgebäude, die bei der Bestimmung der mittleren Höhe von Bebauung und Bewuchs explizit nicht zu berücksichtigen sind, stattdessen betrachtet werden sollen. Vorgelagerte Gebäudekomplexe werden in der VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 [30] adressiert. Die Richtlinie bezieht sich auf kleine und mittlere Feuerungsanlagen, kann aber in Teilbereichen sinngemäß auch auf andere Anlagenarten übertragen werden. Der Einfluss vorgelagerter Einzelgebäude wird in Abschnitt 6.2.2.1 der Richtlinie adressiert. Mit den dort angeführten Berechnungsformeln kann abgeschätzt werden, ob der zu betrachtende Schornstein innerhalb der

Rezirkulationszone (l_{RZ}) eines vorgelagerten Gebäudes liegt. Erforderliche Eingangsgrößen sind dazu die Länge des vorgelagerten Gebäudes (l_V), die Breite des vorgelagerten Gebäudes (b_V), die Firsthöhe des vorgelagerten Gebäudes ($H_{First, V}$) sowie die effektive Gebäudelänge (l_{eff}). Zur Berechnung der effektiven Gebäudebreite ist der horizontale Winkel ß zwischen einem vorgelagerten Gebäude und Richtung der Abgasleiteinrichtung zu bestimmen. Der Einfluss des vorgelagerten Gebäudes muss dann nicht gesondert berücksichtigt werden, wenn die aus den vorgenannten Kenngrößen berechnete Rezirkulationszone kleiner oder gleich als der horizontale Abstand (l_A) der Abgasleiteinrichtung von der ihr zugewandten Seite des vorgelagerten Gebäudes ist.

Die nächstgelegenen höchsten Gebäude um die Hauptemissionsquelle (im gesamten Anlagenkomplex von Zement- und Kalkproduktion) sind in **Bild 6-4** gekennzeichnet (hellblaue Umrandung). Bei dem höchsten Gebäude handelt es sich um den 48 Meter hohen Wärmetauscherturm. Da der Wärmetauscherturm am nächsten gelegen ist und darüber hinaus die Schornsteinbauhöhe des Kamins um einen Meter überragt, wurde für diesen Gebäudekomplex die Länge der Rezirkulationszone entsprechend der Nr. 6.2.2.1 der VDI-Richtlinie berechnet.

Ein weiteres nächsthöheres Gebäude mit 41 Meter Höhe liegt etwa 57,5 Meter entfernt und ein 37 Meter hoher Gebäudekomplex befindet sich in knapp 40 Meter Entfernung zum Kamin. Weiterhin befinden sich mehrere 32 Meter hohe Silos in einer Entfernung > 68 Meter (jeweils von der Hinterkante der Gebäude aus gemessen). Aufgrund der Entfernung dieser Gebäude zum Kamin sowie der Gebäudecharakteristik (die Gebäude sind relativ schmal) ist nicht davon auszugehen, dass sich an diesen Gebäuden Rezirkulationszonen ausbilden mit wesentlichem Einfluss auf das Ausbreitungsverhalten der Abgase am 47 Meter hohen Hauptkamin. Aus gutachterlicher Sicht sind diesbezüglich deshalb keine weiteren Betrachtungen nach der VDI-Richtlinie erforderlich.

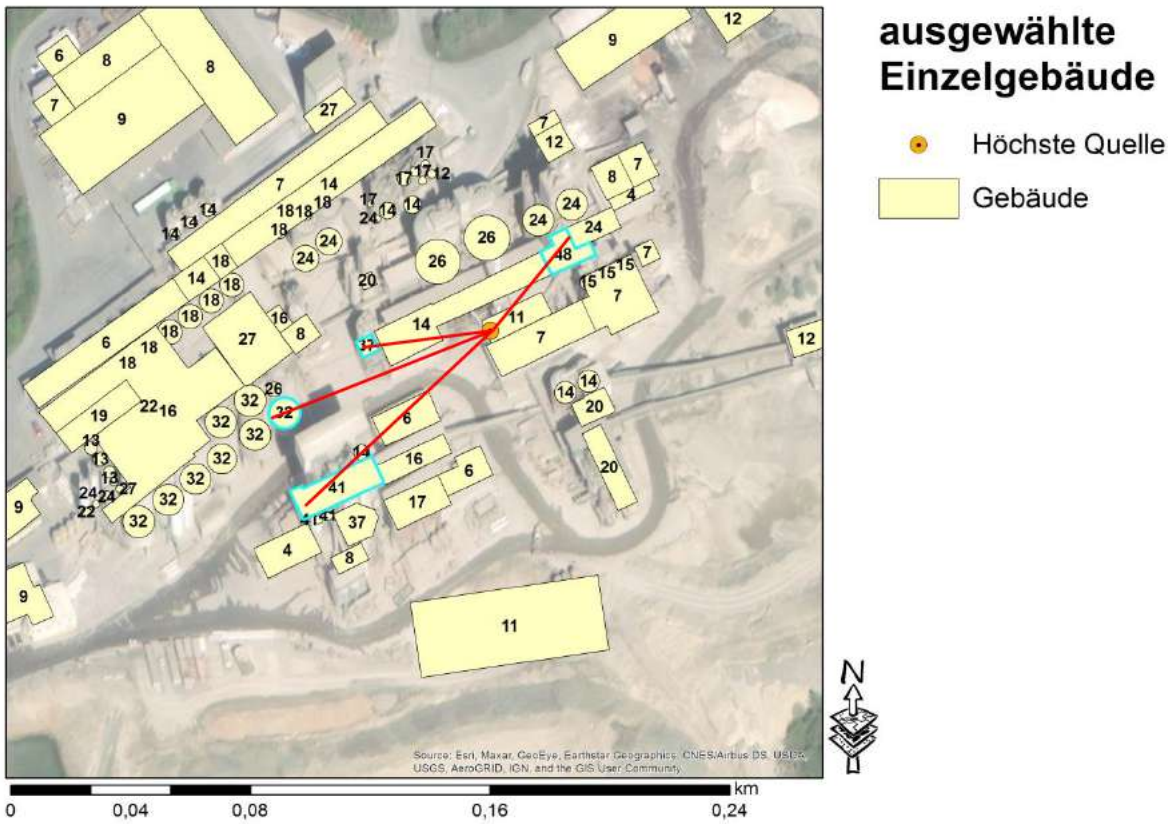


Bild 6-4 Nächstgelegene höchste Gebäude zur Hauptemissionsquelle

Zur Bestimmung der Länge der Rezirkulationszone, die sich ausbildet, wenn der Wärmetauscherkomplex mit Wind aus nordöstlicher Richtung angeströmt wird, wurden abschätzend die in **Bild 6-5** gekennzeichneten Längen und Abmessungen aus dem modellierten Gebäudekataster für die Ausbreitungsrechnung verwendet. Dabei wurde vereinfacht von einem quaderförmigen, geschlossenen Gebäudekomplex ausgegangen (siehe gestrichelte schwarze Linie). Die Abmessungen wurden in Anlehnung an Bild 8 aus der VDI-Richtlinie bestimmt (siehe **Bild 6-6**).

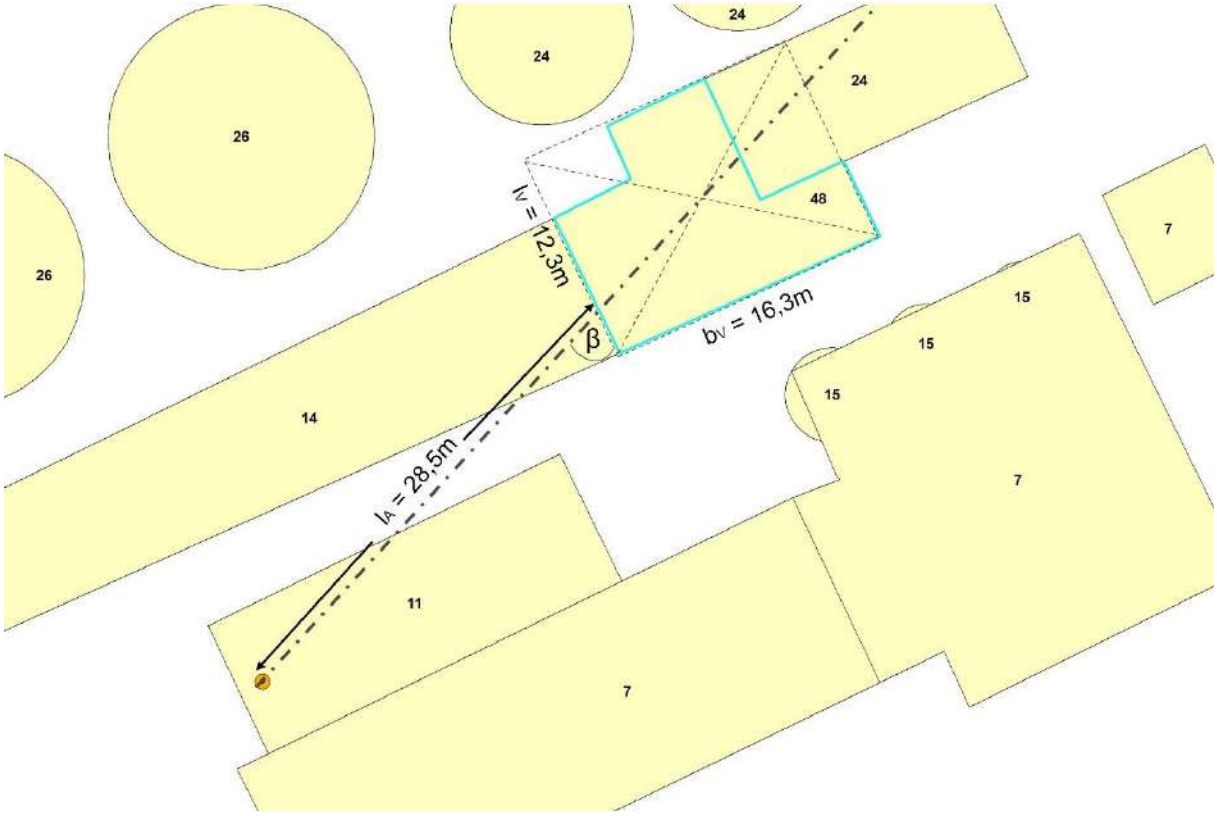


Bild 6-5 Verwendete Abmessungen zur Bestimmung der Länge der Rezirkulationszone bei Windanströmung des Wärmetauschers aus nordöstlicher Richtung als vorgelagertes Gebäude zur Hauptemissionsquelle

Die effektive Gebäudebreite l_{eff} berechnet sich mit einem Winkel ß von 68 ° zu 17,5 Metern. Daraus wiederum berechnet sich die Länge der Rezirkulationszone l_{RZ} gemäß Gleichung (15) in Nr. 6.2.2.1 der VDI-Richtlinie zu 28,08 Metern. Der horizontale Abstand der Emissionsquelle (l_A) beträgt 28,5 Meter. Die Länge der Rezirkulationszone unterschreitet die Länge l_A, somit kann geschlussfolgert werden, dass der Einfluss des Wärmetauscherturms als vorgelagertes Gebäude nicht berücksichtigt werden muss. Dabei ist außerdem zu berücksichtigen, dass bei den vorgenannten Darstellungen sehr konservativ von einer Anströmung des Windes aus nordöstlicher Richtung ausgegangen wurde. Tatsächlich kommt der Wind am Standort aber am häufigsten aus westlicher bzw. ostsüdöstlicher Richtung. Die betrachtete Situation (Anströmung aus Nordosten) kommt daher ohnehin selten vor.

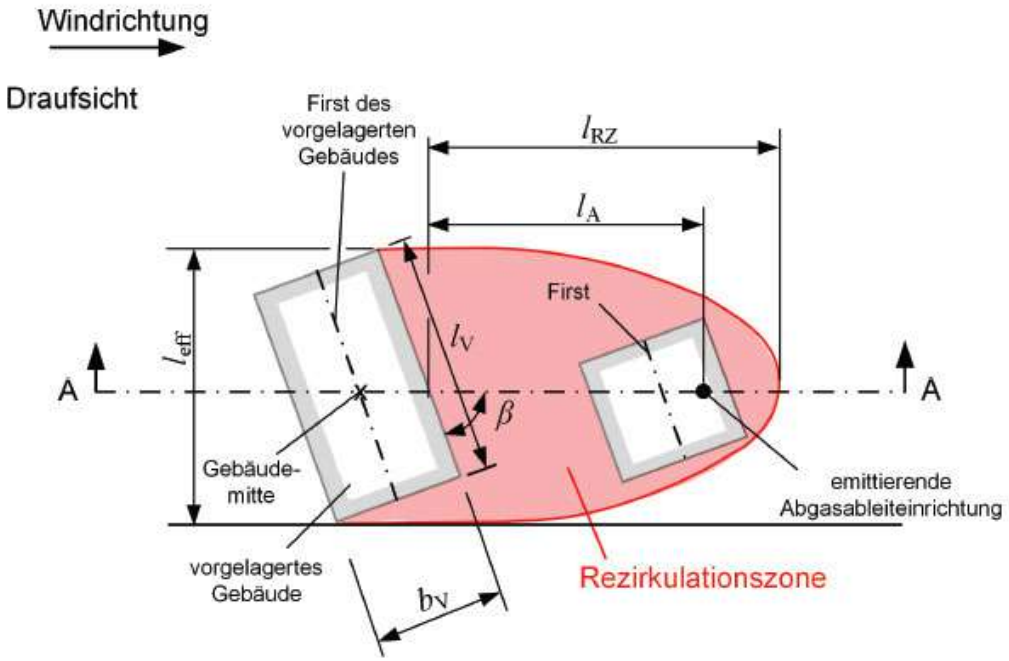


Bild 6-6 Bild 8 in Nr. 6.2.2.1 der VDI-Richtlinie 3781, Blatt 4 [22]

Weiterhin verfügt die Abgasfahne aufgrund der Abgastemperatur (145 °C) und der hohen Austrittsgeschwindigkeit (33,6 m/s) sowohl über einen thermischen als auch einen Impuls-Auftrieb. Die effektive Quellhöhe aufgrund der Abgasfahnenüberhöhung ist somit nochmal deutlich höher als die tatsächliche Bauhöhe des Kamins. Im Rahmen der Schornsteinhöhenberechnung im Jahr 2007 [29] wurde überprüft, wie hoch die Abgasfahnenüberhöhung am nächstgelegenen höchsten Gebäude (Wärmetauscherturm) ist. Seinerzeit wurden eine niedrigere Kaminhöhe (42 Meter), eine niedrigere Abgastemperatur (120 °C) sowie ein geringerer Abgasvolumenstrom (93.500 m³/h i. N. f.) den Berechnungen zugrunde gelegt. Die berechnete Abgasfahnenüberhöhung (effektive Quellhöhe: 51,3 Meter) am Wärmetauscherturm war auch bei diesen Zahlenwerten noch so groß, dass die Differenz zwischen effektiver Quellhöhe und Höhe des Wärmetauschers mit 3,3 Meter bei mehr als 3 Meter lag. Somit konnte eine Behinderung der Abgasfahne aufgrund der Ausbildung eines Leewirbels als nicht wahrscheinlich beurteilt werden. Aufgrund der heutigen Bauhöhe des Kamins von 47 Metern ist dieser Sachverhalt somit ebenfalls als erfüllt zu bewerten. Unabhängig davon wurden alle umliegenden Gebäudekomplexe (auch der Wärmetauscher) bei der Ausbreitungsrechnung für Luftschadstoffe (Kapitel 6.3) und damit deren Einfluss auf das Windfeld berücksichtigt.

6.1.3 Berücksichtigung der Topographie

In stark gegliedertem Gelände ist außerdem darauf zu achten, dass die Schornsteinmündung nicht in einer geländebedingten Kavitätszone des Windfeldes liegt (siehe **Bild 6-7**). Dies bedeutet konkret, dass zu prüfen ist, ob der Landschaftshorizont, von der Mündung des Schornsteines aus betrachtet und in einem 20° breiten Richtungssektor, über der Horizontalen in einem Winkel von kleiner als 15° liegt. Ist dies nicht der Fall, ist der Schornstein so weit zu erhöhen, bis dieser Winkel kleiner oder gleich 15° ist [9].

Anhand von Geländeschnitten (digitales Höhenmodell) wurde dieser Sachverhalt für die drei höchsten umliegenden Geländeerhebungen im Umkreis geprüft (siehe **Tabelle 6-2** und **Bild 6-8**). Der 47 Meter hohe Kamin ist ausreichend hoch, um diese Vorgaben zu erfüllen und liegt nicht in einer geländebedingten Kavitätszone. Der Landschaftshorizont von der Schornsteinmündung aus betrachtet liegt maximal 3,1° über der Horizontalen.

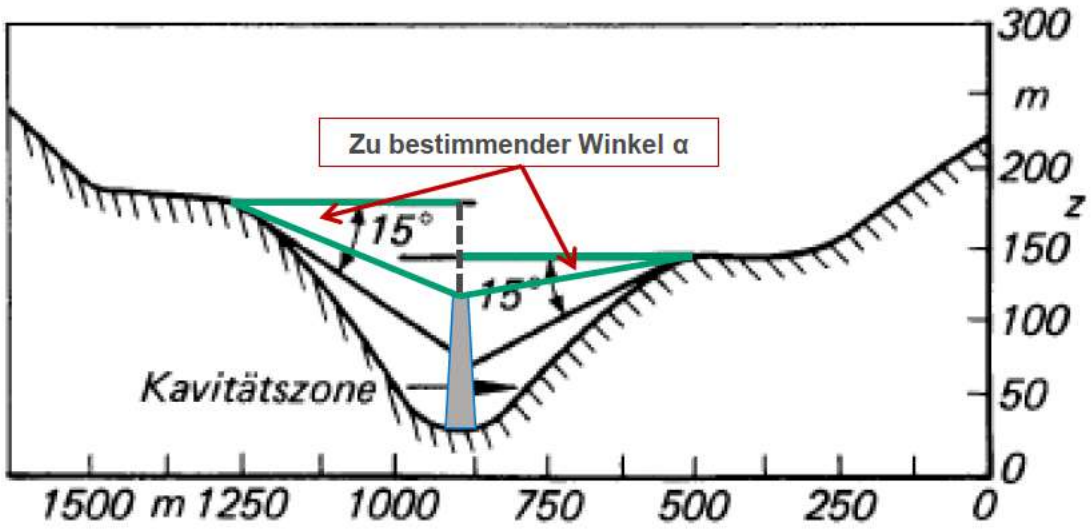


Bild 6-7 Bild 1 aus VDI-Richtlinie 3781, Blatt 2 [33]

Tabelle 6-2 Prüfung der Lage der Schornsteinmündung hinsichtlich geländebedingter Kavitätszone

	Einheit	Bergkuppe nord-östlich	Bergkuppe süd-westlich	Bergkuppe nord-westlich
Höhe Bergkuppe	m	364,2	435,7	416,9
Vertikaler Abstand Schornstein-mündung - Bergkuppe	m	1	72,5	53,7
Horizontaler Abstand Schornstein-mündung - Bergkuppe	m	961,8	1.355	2.033
Tan(α)	-	0,001	0,054	0,026
Arctan(α) = Winkel α	°	**0,06**	**3,1**	**1,5**

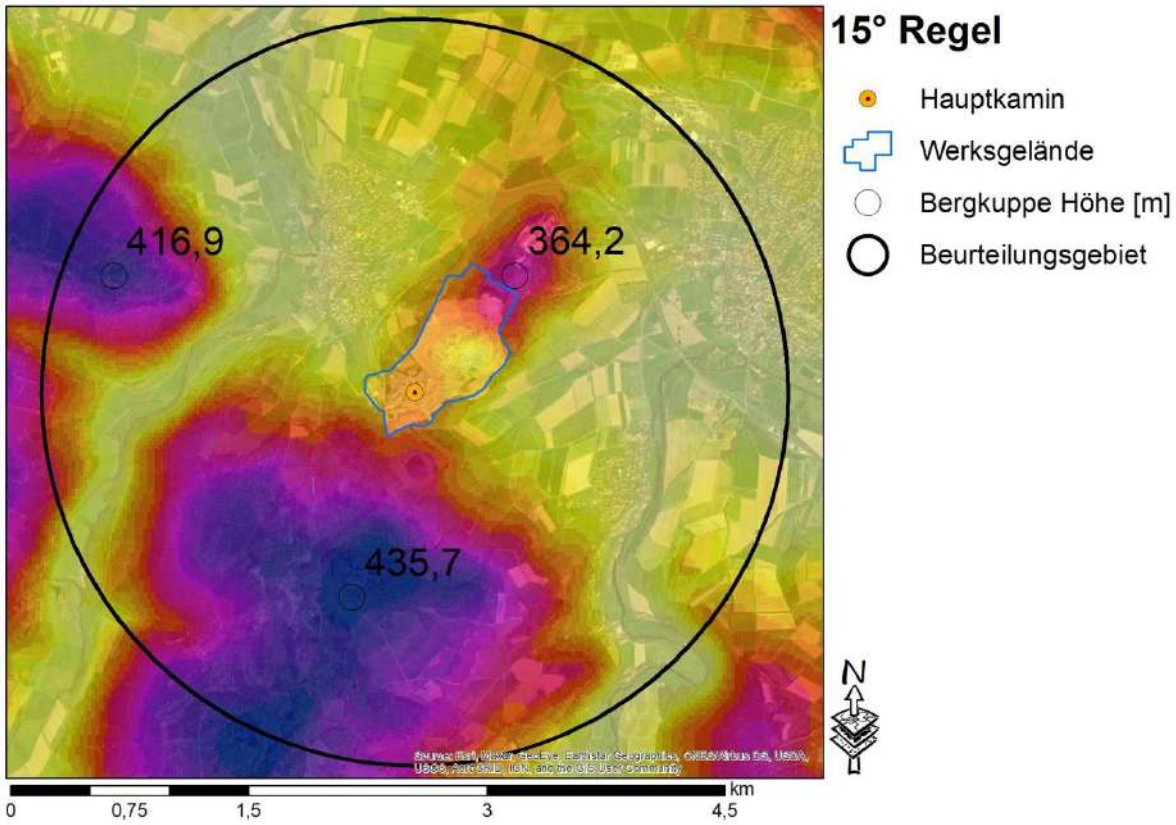


Bild 6-8 Kennzeichnung der gewählten Geländeerhebungen zur Prüfung der Lage der Schornsteinmündung in einer möglichen Kavitätszone

6.1.4 Zusammenfassung

Die gegenwärtige Schornsteinbauhöhe von 47 Metern ist auch zukünftig ausreichend hoch, um einen ungestörten Abtransport mit der freien Luftströmung zu gewährleisten und eine ausreichende Verdünnung der Abgase zu ermöglichen.

6.2 Beurteilung der Immissionssituation für Luftschadstoffe am Standort

6.2.1 Definition und Prüfung der Schutzpflicht nach TA Luft

Immissionskenngrößen kennzeichnen die Höhe der Belastung durch einen luftverunreinigenden Stoff. Bei der Belastung sind Vorbelastung, Gesamtzusatzbelastung, Zusatzbelastung und Gesamtbelastung zu unterscheiden. Die Vorbelastung ist die vorhandene Belastung durch einen Schadstoff. Die Zusatzbelastung ist der Immissionsbeitrag des Vorhabens. Die Gesamtbelastung ergibt sich aus der Vorbelastung und der Zusatzbelastung. Die Gesamtzusatzbelastung ist der Immissionsbeitrag, der durch die gesamte Anlage hervorgerufen wird. Bei Neugenehmigungen entspricht die Zusatzbelastung der Gesamtzusatzbelastung. Im Fall einer Änderungsgenehmigung kann der Immissionsbeitrag des Vorhabens (Zusatzbelastung) negativ, d. h. der Immissionsbeitrag der gesamten Anlage (Gesamtzusatzbelastung) kann nach der Änderung auch niedriger als vor der Änderung sein.

Bei Schadstoffen, für die Immissionswerte in den Nummern 4.2 bis 4.5 der TA Luft [9] festgelegt sind, soll die Bestimmung von Immissionskenngrößen

a) wegen geringer Emissionsmassenströme (siehe Nr. 4.6.1.1)

b) wegen einer geringen Vorbelastung (siehe Nr. 4.6.2.1) oder

c) wegen einer irrelevanten Gesamtzusatzbelastung

entfallen. In diesen Fällen kann davon ausgegangen werden, dass schädliche Umwelteinwirkungen durch die Anlage nicht hervorgerufen werden können, es sei denn, trotz geringer Massenströme (a)) oder geringer Vorbelastung (b)) liegen hinreichende Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung nach Nummer 4.8 TA Luft vor. Die Kriterien a) bis c) sind unabhängig voneinander zu verstehen, so dass die Erfüllung eines Kriteriums ausreicht, um auf die Ermittlung der Kenngrößen zu verzichten.

Nachfolgend werden die drei genannten Kriterien im Hinblick auf das geplante Vorhaben am Standort Otterbein abgeprüft.

6.2.2 Emissionsmassenströme

Die Ermittlung von Immissionskenngrößen und damit der Vorbelastung ist nicht erforderlich, wenn die tatsächlichen, maximal möglichen Emissionsmassenströme der zu bestimmenden Komponenten die in Nr. 4.6.1.1, Tabelle 7 der TA Luft aufgeführten Bagatellmassenströme unterschritten werden und soweit sich nicht wegen der besonderen örtlichen Lage oder besonderer Umstände etwas anderes ergibt. In **Tabelle 6-3** sind die maximal möglichen Emissionsmassenströme in Ist- und Planzustand bei maximalem Abgasvolumenstrom sowie Grenzwertausschöpfung dargestellt und den Bagatellmassenströmen der TA Luft gegenübergestellt. Für die Spurenelemente wurden die jeweils höchsten Werte gemäß **Tabelle 6-10** aus den Eingangswerten für die Immissionsprognosen für den Ist- und Planzustand herangezogen (siehe Kapitel 6.3.1.8).

Die Auswertung zeigt, dass die Emissionsmassenströme für Arsen, Benzo(a)pyren, Blei, Cadmium, Nickel, Schwefeloxide, Stickstoffoxide (im Planzustand) sowie Tetrachlorethen bagatellhaft im Sinne der TA Luft sind und somit theoretisch die Ermittlung von Immissionskenngrößen für diese Komponenten entfallen kann. Die Emissionsmassenströme für Gesamtstaub und Partikel (PM_{10} und $PM_{2,5}$) der Drehofenanlage (Hauptkamin) sind ebenfalls bagatellhaft. Allerdings sind der Drehofenanlage zahlreiche kleine Staubnebenquellen zugeordnet. Die Gesamtstaubfracht dieser Quellen liegt in Summe oberhalb der Bagatellmassenströme.

Tabelle 6-3 Maximale Emissionsmassenströme der Drehofenanlage im Zementwerk Otterbein (Hauptkamin)

Schadstoffe	Bagatell-massen-strom	Höchste Emission ISTZU-STAND	Emissions-massen-strom baga-tellhaft?	Höchste Emission PLANZU-STAND	Emissions-massen-strom baga-tellhaft?
Einheit	kg/h	kg/h		kg/h	
Arsen und seine Verbindungen, angegeben als As [1]	**0,0016**	0,0009	ja	0,0007	ja
Benzo(a)pyren als Leitkomponente für Polyzyklische Aromatische Kohlenwasserstoffe) [2]	**0,00026**	n. b.	ja	n. b.	ja
Benzol	**0,05**	0,34	**nein**	0,34	**nein**
Blei und seine Verbindungen, angegeben als Pb [1]	**0,025**	0,0078	ja	0,0078	ja
Cadmium und seine Verbindungen, angegeben als Cd [1]	**0,0013**	0,0003	ja	0,0003	ja
Fluorwasserstoff und gasförmige anorganische Fluorverbindungen, angegeben als F	**0,018**	0,068	**nein**	0,068	**nein**
Nickel und seine Verbindungen, angegeben als Ni [1]	**0,0052**	0,0015	ja	0,0015	ja
Quecksilber und seine Verbindungen, angegeben als Hg	**0,0013**	0,0020	**nein**	0,0020	**nein**
Schwefeloxide (Schwefeldioxid und Schwefeltrioxid), angegeben als SO_2	**15**	13,6	ja	3,4	ja
Gesamtstaub ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	**1,0**	0,68 [3]	**ja** (Hauptkamin) **nein** (Nebenquellen)	0,68 [3]	**ja** (Hauptkamin) **nein** (Nebenquellen)
Partikel (PM_{10}) ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	**0,8**	0,68 [4]	**ja** (Hauptkamin) **nein** (Nebenquellen)	0,68 [4]	**ja** (Hauptkamin) **nein** (Nebenquellen)
Partikel ($PM_{2,5}$) ohne Berücksichtigung der Staubinhaltsstoffe	**0,5**	0,54 [5]	ja (Hauptkamin) **nein** (Nebenquellen)	0,54 [5]	ja (Hauptkamin) **nein** (Nebenquellen)
Stickstoffoxide (Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid), angegeben als NO_2	**15**	15,6	**nein**	13,6	ja
Tetrachlorethen [2]	**0,5**	n. b.	ja	n. b.	ja
Thallium und seine Verbindungen, angegeben als Tl	**0,0026**	0,0033	**nein**	0,0033	**nein**
Im Anhang 4 genannte Dioxine und dioxinähnliche Substanzen, angegeben als Summenwert nach dem dort angegebenen Verfahren	**3,5** µg/h	6,8 µg/h	**nein**	6,8 µg/h	**nein**

n. b.: nicht betrachtet
1) Gemäß **Tabelle 6-10** entsprechend der Aufteilung der Summengrenzwerte für Schwermetalle
2) nicht nachweisbar im Abgas von Zementdrehofenanlagen
3) nur Staubfracht Hauptkamin; die Staubfracht aller Kleinquellen liegt oberhalb des Bagatellmassenstromes
4) Annahme: 100 % vom Gesamtstaub
5) Annahme: 80 % vom Gesamtstaub

6.2.3 Vorbelastung am Standort

Die Ermittlung der Vorbelastung durch gesonderte Messungen ist nach Nr. 4.6.2.1 der TA Luft mit Zustimmung der zuständigen Behörde nicht erforderlich, wenn nach Auswertung der Ergebnisse von Messstationen aus den Immissionsmessnetzen der Länder und nach Abschätzung oder Ermittlung der Zusatzbelastung oder auf Grund sonstiger Erkenntnisse festgestellt wird, dass die Immissionswerte für den jeweiligen Schadstoff am Ort der höchsten Belastung eingehalten sein werden.

Ferner ist die Ermittlung nicht erforderlich, wenn auf Grund sonstigen Vorwissens, z.B. älteren Messungen, Messungen aus vergleichbaren Gebieten, Ergebnissen orientierender Messungen oder Ergebnissen von Ausbreitungsrechnungen, festgestellt werden kann, dass für den jeweiligen Schadstoff am Ort der höchsten Vorbelastung

- der Jahresmittelwert weniger als 85 von Hundert des Konzentrationswertes erreicht,
- der höchste 24-Stunden-Wert weniger als 95 von Hundert des 24-Stunden-Konzentrationswertes (außer Partikel PM_{10}) beträgt und
- der höchste 1-Stunden-Wert weniger als 95 von Hundert des 1-Stunden-Konzentrationswertes beträgt, sowie
- für Partikel (PM_{10}) eine Überschreitungshäufigkeit des 24-Stunden-Konzentrationswertes als Mittelwert der zurück liegenden drei Jahre mit nicht mehr als 15 Überschreitungen pro Jahr verzeichnet wird.

Am Standort Großenlüder-Müs selbst wurden bislang keine Vorbelastungsmessungen durchgeführt. Zur Abschätzung der Vorbelastung können aber Daten der nächstgelegenen Luftmessstationen des HLNUG (Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie) herangezogen werden [34], [35], [36], [37]. Dabei handelt es sich um die Station Fulda „Petersberger Straße“ (13 km süd-südwestlich; innerstädtische Verkehrsmessstation), Fulda „Zentral“ (13 km süd-südwestlich; städtischer Hintergrund) und Burg Herzberg (21 km nordöstlich; ländlicher Hintergrund). Die entsprechenden Werte aus den Jahren 2017 – 2020 für Feinstaub (PM_{10} und $PM_{2,5}$) und Stickstoffdioxid sind in **Tabelle 6-4** dargestellt. Schwefeldioxid wird an diesen Messstellen nicht gemessen. Ersatzweise sind deshalb für diese Komponente die Bandbreiten (Jahresmittelwerte) aller Messstationen des HLNUG angegeben. Aus gutachterlicher Sicht sind die Feinstaub-Messwerte der beiden Stationen in Fulda auch auf die großräumige Umgebung bei Großenlüder-Müs übertragbar und stellen diesbezüglich eine konservative Abschätzung dar. Es ist davon auszugehen, dass - aufgrund der eher ländlichen Prägung - die verkehrlich bedingte Feinstaubbelastung deutlich geringer ist als im Stadtzentrum von Fulda. Auf der anderen Seite tragen Zement- und Kalkwerk mit zur Vorbelastung bei. Die Vorbelastung wird deshalb (im Sinne einer Maximalbetrachtung und auf der Basis von vorliegenden Immissionsmesswerten an vergleichbaren Standorten) mit 20 µg/m³ (Partikel PM_{10}) und 15 µg/m³ (Partikel $PM_{2,5}$) abgeschätzt.

In der TA Luft ist darüber hinaus ein Immissionsgrenzwert für den Tag von 50 µg/m³ festgelegt, der an maximal 35 Tagen im Jahr überschritten werden darf. Die maximale Überschreitungshäufigkeit an beiden Messstellen lag bei 12 Tagen (Station Fulda „Zentral“) im Jahr 2017 mit seither sinkender Tendenz. In den letzten beiden Jahren wurde nur noch je an einem Tag der Tagesmittelwert von 50 µg/m³ überschritten. Für den Standort Großenlüder-Müs wird konservativ eine Überschreitungshäufigkeit von 5 Tagen abgeschätzt.

Die gemessenen NO_2-Immissionskonzentrationen mit knapp 40 µg/m³ an der Messstelle Fulda „Petersberger Straße“ zeigen einen deutlichen Einfluss des dortigen Verkehrsaufkommens. Der maximale Stundenwert von 200 µg/m³ wurde in zurückliegenden vier Jahren kein einziges Mal überschritten. An der Messstelle Fulda „Zentral“ liegt das Immissionsniveau im Bereich 17 – 21 µg/m³ und an der Messstelle „Burg Herzberg“ im Bereich < 10 µg/m³. Die Vorbelastung am Standort Großenlüder-Müs liegt

aus gutachterlicher Sicht in der Größenordnung zwischen den beiden vorgenannten Messstationen. Konservativ wird eine Vorbelastung von 20 µg/m³ angenommen.

An keiner der drei nächstgelegenen Messstationen wird aktuell die Konzentration an SO_2 gemessen. Aus diesem Grund wurden sämtliche verfügbaren Messwerte der Messstationen des HLNUG ausgewertet. An insgesamt sechs Messstellen wird SO_2 in der Außenluft gemessen, die sich allesamt in Ballungszentren befinden. Die Bandbreite der SO_2-Belastung bewegt sich im Bereich von unter 2 µg/m³. Die Vorbelastung am Standort Großenlüder-Müs wurde deshalb ebenfalls mit < 2 µg/m³ abgeschätzt.

Zur Abschätzung der Vorbelastung von Benzol, Arsen, Blei, Cadmium und Nickel, die ebenfalls nur an einzelnen Messstationen des HLNUG gemessen werden, wurden konservativ die Bandbereiten aller verfügbaren Daten aus den Jahren 2017 – 2020 herangezogen (siehe **Tabelle 6-5**). Für Benzol wurde somit eine Vorbelastung von < 1,5 µg/m³, für Arsen von < 1 ng/m³, für Cadmium von < 0,5 ng/m³ und für Nickel von < 6 ng/m³ abgeschätzt. Die Konzentrationen weiterer Metalle (Kobalt, Chrom, Kupfer, Mangan, Thallium und Vanadium) in der Außenluft werden bislang an keiner Messstelle des Landes erfasst. In der VDI-Richtlinie 2267, Blatt 1 [38] sind typische Bandbreiten für partikelgebundene Metalle in der Außenluft benannt, die für eine qualitative Einschätzung der Vorbelastung am Standort herangezogen werden können. Sie sind ebenfalls in **Tabelle 6-5** aufgeführt.

Auch zur Abschätzung der Vorbelastung für Staubniederschlag sowie staubgebundene Metalle im Staubniederschlag wurden die Bandbreiten aller verfügbaren Daten des Landes-Messstellen ausgewertet (siehe **Tabelle 6-7**). Für Staubniederschlag wurde somit eine Vorbelastung von < 150 mg/(m²*d), für Arsen von < 2 µg/(m²*d), für Blei von < 20 µg/(m²*d), für Cadmium von < 0,5 µg/(m²*d), für Nickel von < 8 µg/(m²*d) und für Thallium von < 0,2 µg/(m²*d) für den Standort Großenlüder-Müs abgeschätzt. Dies ist eine in jeglicher Hinsicht konservative Abschätzung, da aufgrund der ländlichen großräumigen Prägung nicht davon auszugehen ist, dass sich die Vorbelastung für diese Komponenten in der Umgebung von Großenlüder-Müs tatsächlich in der Größenordnung dieser überwiegend industriell und verkehrlich geprägter (Mess-)Standorte liegt. Quecksilber und PCDD/F im Staubniederschlag werden messtechnisch an keiner der Messstellen des Landes erfasst.

Insgesamt liegen die Vorbelastungswerte in der großräumigen Umgebung in einer typischen Größenordnung, wie sich auch in anderen Bundesländern an ähnlich geprägten Standorten vorzufinden ist. Anhaltspunkte für eine Überschreitung der Immissions- und Depositionswerte bestehen nicht.

Tabelle 6-4 Vorbelastungsmesswerte des HLNUG (Jahre 2017 – 2020) für Feinstaub, Schwefeldioxid und Stickstoffdioxid in der großräumigen Umgebung und Abschätzung der Vorbelastung am Standort Großenlüder-Müs

	Einheit	PM_{10}	PM_{10} Anzahl Tage > max. 24h-Wert [1)]	$PM_{2,5}$	SO_2	NO_2	NO_2 Anzahl Tage > 1h-Wert [2)]
HLNUG: Messstelle Fulda Petersberger Straße (städtischer Verkehr); 11,5 km südsüdwestlich							
2017	µg/m³	**16,8**	**7**	**14,0**	n. v.	**39,4**	0
2018	µg/m³	**21,3**	**6**	**14,3**	n. v.	**39,4**	0
2019	µg/m³	**18,8**	**1**	**11,9**	n. v.	**37,9**	0
2020	µg/m³	**16,3**	**1**	**10,7**	n. v.	**30,3**	0
HLNUG: Messstelle Fulda Zentral (städtischer Hintergrund); 11,2 km südsüdwestlich							
2017	µg/m³	**20,9**	**12**	n. v.	n. v.	**21,1**	0
2018	µg/m³	**17,1**	**4**	n. v.	n. v.	**21,4**	0
2019	µg/m³	**15,2**	**1**	n. v.	n. v.	**19,7**	0
2020	µg/m3	**13,9**	**1**	n. v.	n. v.	**16,8**	0
HLNUG: Burg Herzberg (ländlicher Hintergrund); 21,4 km nördlich							
2017	µg/m³	n. v.	n. v.	n. v.	n. v.	**8,4**	0
2018	µg/m³	n. v.	n. v.	n. v.	n. v.	**7,8**	0
2019	µg/m³	n. v.	n. v.	n. v.	n. v.	**6,7**	0
2020	µg/m³	n. v.	n. v.	n. v.	n. v.	**5,7**	0
Bandbreite aller vorhandenen Ganzjahresmittelwerte (Hessen gesamt)							
2017	µg/m³	n. v.	n. v.	n. v.	**0,9 – 1,8**	n. v.	n. v.
2018	µg/m³	n. v.	n. v.	n. v.	**0,9 – 1,6**	n. v.	n. v.
2019	µg/m³	n. v.	n. v.	n. v.	**0,8 – 1,2**	n. v.	n. v.
2020	µg/m³	n. v.	n. v.	n. v.	**0,8 – 1,3** [2)]	n. v.	n. v.
Abschätzung der Vorbelastung am Standort Großenlüder-Müs							
	µg/m³	**20**	**5**	**15**	**< 2**	**20**	**0**
Schutzstandard TA Luft 2021	**µg/m³**	**40**	**35**	**25**	**20**	**40**	**18**

n. v. = nicht verfügbar
1) Anzahl der Tage mit einem Tagesmittelwert > 50 µg/m³, maximal sind 35 Überschreitungen zulässig
2) Anzahl der Stunden mit einem Stundenwert > 200 µg/m³; maximal sind 18 Überschreitungen zulässig
2) Messstationen: Darmstadt, Flörsheim, Hanau und Frankfurt (-Höchst, -Riedberg, -Schwanheim); Stand: August 2021

Tabelle 6-5 Vorbelastungsmessungen der HLNUG (Jahre 2017 – 2020) für Benzol, Arsen, Blei, Cadmium und Nickel und Abschätzung der Vorbelastung am Standort Großenlüder-Müs

	Benzol	Arsen	Blei	Cadmium	Nickel
	µg/m³	ng/m³	ng/m³	ng/m³	ng/m³
HLNUG: Bandbreiten der Jahresmittelwerte aller Messstationen des HLNUG [1)]					
2017	0,62 – 1,14	0,2 – 0,7	0,002 – 0,008	0,1 – 0,2	1,5 – 5,7
2018	0,76 – 1,45	0,2 – 0,7	0,002 – 0,005	0 – 0,2	1,6 – 4,6
2019	0,62 – 1,29	0,1 – 0,5	0,002 – 0,004	0,04 – 0,11	0,3 – 2,2
2020	0,62 – 1,10	n. v.	n. v.	n. v.	n. v.
Abschätzung der Vorbelastung am Standort Großenlüder-Müs					
	< 1,5	**< 1**	**< 0,01**	**< 0,5**	**< 6**
Schutzstandard TA Luft 2021	**5**	**6**	**0,5**	**5**	**20**

n. v. = nicht verfügbar

1) Messstation Wetzlar-Im Kählersgarten wurde aufgrund von extremen Abweichungen zu allen anderen Stationen nicht berücksichtig. Hier liegt für den Standort eine besondere industrielle Disposition vor, welche im späteren Teil der Jahresberichte des HLNUG auch als „Wetzlar Sondermessgebiet" ausgewiesen werden

Tabelle 6-6 Typische Massenkonzentrationsbereiche von Metallen in der Luft (ländliche Gebiete) nach VDI-Richtlinie 2267, Blatt 1 [37] und Abschätzung der Vorbelastung am Standort Großenlüder-Müs

	Chrom	Kupfer	Mangan	Thallium	Vanadium
Einheit	ng/m³	ng/m³	ng/m³	ng/m³	ng/m³
Gebietstyp „ländlicher Bereich"	0,5 – 3	2 – 10	5 – 10	< 0,1	1 – 5
Abschätzung der Vorbelastung am Standort Großenlüder-Müs					
	< 3	**< 10**	**< 10**	**< 0,1**	**< 5**

Tabelle 6-7 Vorbelastungsmessungen der HLNUG (Jahre 2017 – 2020) für Staubniederschlag und staubgebundene Metalle und Abschätzung der Vorbelastung am Standort Großenlüder-Müs

HLNUG: Bandbreiten der Depositionswerte (Gebietsmittelwerte) aller Messstationen des HLNUG [1)]						
	Staubniederschlag	**Arsen**	**Blei**	**Cadmium**	**Nickel**	**Thallium**
	mg/(m²*d)	µg/(m³*d)	µg/m³	µg/m³	µg/m³	µg/m³
2017	56 – 92	0,17 – 0,58	1,71 – 9,47	0,09 – 0,23	1,67 – 4,39	0,01 – 0,03
2018	63 – 132	0,26 – 1,20	1,97 – 15,57	0,10 – 0,25	3,51 – 6,60	0,01 – 0,1
2019	44 – 118	0,18 – 0,88	1,25 – 11,46	0,06 – 0,14	2,20 – 5,12	0,02 – 0,09
Abschätzung der Vorbelastung am Standort Otterbein						
	< 150	**< 2**	**< 20**	**< 0,5**	**< 8**	**< 0,2**
Schutzstan-dard TA Luft	**350**	**4**	**100**	**2**	**15**	**2**

1) Station Wetzlar "Sondermessgebiet" nicht betrachtet

6.2.4 Prüfung auf irrelevante Zusatzbelastung

Von einer Ermittlung der Vor- und Gesamtbelastung am Standort ist ebenfalls abzusehen, wenn die durch das beantragte Vorhaben voraussichtlich hervorgerufene Gesamtzusatzbelastung als irrelevant zu bewerten ist (TA Luft Nr. 4.2.2). Eine irrelevante Gesamtzusatzbelastung TA Luft liegt dann vor, wenn diese in Bezug auf Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit und auf Staubniederschlag drei Prozent des Immissionswertes nicht überschreitet, die Gesamtzusatzbelastung in Bezug auf Immissionswerte zum Schutz der Vegetation und von Ökosystemen 10 Prozent des jeweiligen Immissionswertes und in Bezug auf Immissionswerte für Schadstoffdepositionen 5 Prozent des jeweiligen Immissionswertes nicht überschreitet. Bei Überschreitung der Irrelevanzschwellen muss geprüft werden, ob die Gesamtbelastung (= Summe aus Vorbelastung und Zusatzbelastung) die festgelegten Immissionswerte der TA Luft unterschreitet. In den nachfolgenden Kapiteln ist ausführlich dargestellt, wie sich die Immissionssituation beim heutigen Betrieb und beim zukünftigen Betrieb (nach Realisierung der geplanten Modernisierungsmaßnahmen) darstellt. Dabei wurde für Ist- und Planzustand jeweils zunächst die Gesamtzusatzbelastung des Zementwerks ermittelt. Die Zusatzbelastung des geplanten Vorhabens ergibt sich aus der Gesamtzusatzbelastung im Planzustand abzüglich der Gesamtzusatzbelastung im Istzustand.

6.3 Ausbreitungsrechnung für Luftschadstoffe

6.3.1 Durchführung der Immissionsprognosen

Im Anhang 2 der TA Luft [9] sind die Rechenvorschriften zur Ermittlung der Immissionsbeiträge festgehalten. Das Rechenprogramm AUSTAL (Version 3.1) setzt diese Vorgaben um. Mit AUSTAL können die in **Tabelle 6-8** aufgeführten staub- und gasförmigen Komponenten, die über den Hauptkamin der Ofenanlage emittiert werden, rechnerisch betrachtet werden. Die Ermittlung der maximalen Immissionsbeiträge erfolgt dabei auf der Basis von Emissionsgrenzwerten und auf Basis der maximalen Klinkerleistung. Da die tatsächlichen Emissionen in der Praxis für die meisten Komponenten oft deutlich geringer sind, entspricht dies einer konservativen Vorgehensweise.

6.3.1.1 Rechengebiet und Beurteilungsgebiet

Das Beurteilungsgebiet für eine einzelne Emissionsquelle ist gemäß TA Luft, Anhang 2 Nr. 8 das Innere eines Kreises um den Ort der Quelle, dessen Radius das 50-fache der Schornsteinbauhöhe beträgt. Für den Hauptkamin der Drehofenanlage als höchste Emissionsquelle ergibt sich somit ein Beurteilungsgebiet mit einem Radius von 47 * 50 = 2.350 Metern (siehe **Bild 6-9**).

Das Raster zur Berechnung von Konzentration und Deposition ist so zu wählen, dass Ort und Betrag der Immissionsmaxima mit hinreichender Sicherheit bestimmt werden können. Dies ist in der Regel der Fall, wenn die horizontale Maschenweite die Schornsteinbauhöhe nicht überschreitet. In Quellentfernungen größer als das 10-fache der Schornsteinbauhöhe kann die horizontale Maschenweite proportional größer gewählt werden. Im vorliegenden Fall wurde für das kleinste Raster eine horizontale Maschenweite von 4 Metern gewählt, um die Gebäude am Anlagenstandort und deren Einfluss auf die Ausbreitung der Partikel am Standort hinreichend genau zu berücksichtigen. Insgesamt wurde ein sechsfach geschachteltes Gitter verwendet.

Tabelle 6-8 Übersicht der mit AUSTAL 3.1 standardmäßig berechneten staub- und gasförmigen Komponenten

Komponente	Gase, Gesamtstaub, Partikel			Deposition
	Jahresmittel-wert	Tagesmittel-wert	Stundenmit-telwert	
Gesamtstaub				x
Partikel (PM_{10})	x	x		x
Partikel ($PM_{2,5}$)	x			x
Hg				
- Hg(0)				x
- Hg(II)				x
Cd [1)]	x			x
Tl [1)]	x			x
As [1)]	x			x
Pb [1)]	x			x
Ni [1)]	x			x
SO_2	x	x	x	x
NO_x als (NO_2)	x			
NO				x
NO_2	x		x	x
NH_3	x			x
HF	x			
Benzol	x			
PCDD/F [1)]				x
Tetrachlorethen [2)]	x			
Benzo(a)pyren [2)]				x
Bioaerosol [2)]	x			x

PCCD/F: Polychlorierte Dibenzo(p)dioxine (PCDD) und polychlorierte Dibenzofurane (PCDF)
1) Staubförmig gebunden
2) Bei den hiesigen Immissionsprognosen nicht betrachtet

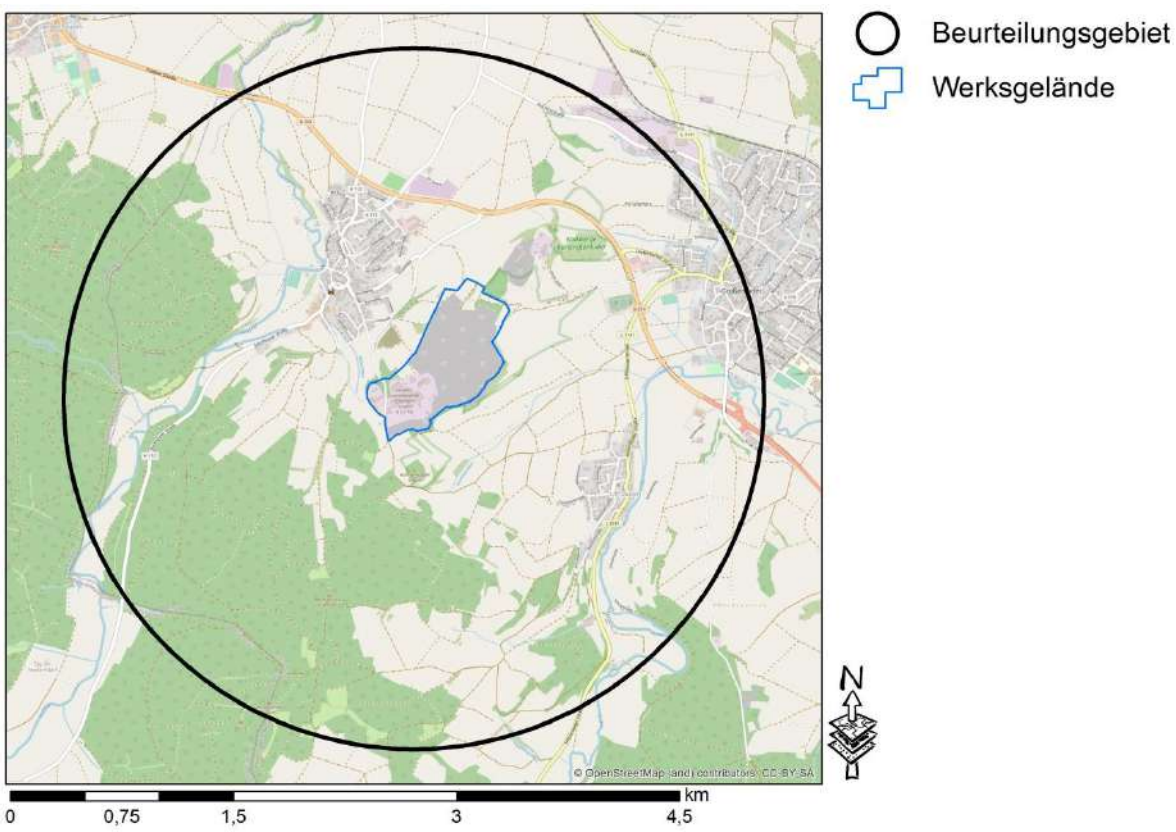


Bild 6-9 Beurteilungsgebiet nach TA Luft mit Radius = 50-fache Schornsteinhöhe

6.3.1.2 Ausbreitungsmodell

Die Ermittlung der Immissionszusatzbelastung durch das beantragte Vorhaben ist im vorliegenden Fall gemäß den Vorschriften der TA Luft 2021 durchzuführen. Im Anhang 2 der TA Luft ist hierzu ein Berechnungsverfahren dargestellt, das auf einem Lagrange‘schen Ausbreitungsmodell basiert und in der Richtlinie VDI 3945, Blatt 3 [38] beschrieben ist. Mit dem Ausbreitungsmodell werden punktförmige Partikel, die einen Spurenstoff repräsentieren, auf ihrem Weg durch die Atmosphäre verfolgt. Die Partikel bewegen sich mit der mittleren Strömung und werden dabei zusätzlich dem Einfluss der Turbulenz ausgesetzt. Die Wirkung der Turbulenz wird modelliert, indem bei jedem Partikel zu der mittleren Bewegung eine weitere zufällige Bewegung addiert wird. Diese wird aus einem Markow-Prozess gewonnen, hängt von der Turbulenzintensität ab und ist für alle Partikel verschieden. Die Konzentrationsverteilung wird durch Auszählen der Partikel in vorgegebenen Auszählvolumina als Mittelwert über Volumenelemente und Zeitabschnitte bestimmt.

Das Lagrange‘sche Partikelmodell zeichnet sich dadurch aus, dass es im Modellkonzept weitgehend die natürlichen Vorgänge der turbulenten Diffusion nachahmt. Die Methode lässt beliebige Quellgeometrien bei beliebigem Zeitverhalten einer räumlich variablen Quelle zu. Es können die Sedimentation von schwerem Staub, die Resuspension sowie physikalische und chemische Umwandlungsprozesse erster Ordnung beschrieben werden. Komplexe Geometrie von Hindernissen kann ebenfalls berücksichtigt werden.

Als meteorologische Eingangsgrößen werden auf bestimmte Zeitabschnitte bezogene Felder der mittleren Windkomponenten, der Windfluktuationen und der Diffusionskoeffizienten benötigt, die man mit meteorologischen Vorschaltmodellen bestimmen kann. Bei zeitabhängigen Rechnungen müssen diese Größen als Folge von Feldern zur Verfügung stehen. Weiterhin werden Emissionsdaten und gegebenenfalls Geländedaten und ein Hindernis- bzw. Gebäudekataster benötigt. Im Ergebnis erhält man eine zeitliche Folge der räumlichen Verteilung der Konzentration des emittierten Stoffes, seiner Um-

wandlungsprodukte und der abgelagerten Menge. Die Genauigkeit des Ergebnisses ist u. a. beschränkt durch den Stichprobenfehler beim Auszählen der Partikel im Rezeptorvolumen. Der Stichprobenfehler kann durch die Erhöhung der Partikelzahl gesenkt werden (Wahl einer höheren Qualitätsstufe), allerdings wird dadurch die benötigte Rechenzeit höher.

6.3.1.3 Berücksichtigung von Geländeunebenheiten

Geländeunebenheiten sind in der Regel nur zu berücksichtigen, falls innerhalb des Rechengebietes Höhendifferenzen zum Emissionsort von mehr als dem 0,7-fachen der Schornsteinbauhöhe und Steigungen von mehr als 1:20 auftreten. Die Steigung ist dabei aus der Höhendifferenz über eine Strecke zu bestimmen, die dem 2-fachen der Schornsteinbauhöhe entspricht. Geländeunebenheiten können in der Regel mit Hilfe eines mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodells berücksichtigt werden, wenn die Steigung des Geländes den Wert 1:5 nicht überschreitet und wesentliche Einflüsse von lokalen Windsystemen oder anderen meteorologischen Besonderheiten ausgeschlossen werden können. Sind diese Bedingungen nicht erfüllt, können die Geländeunebenheiten in der Regel mit Hilfe eines prognostischen mesoskaligen Windfeldmodells berücksichtigt werden, das den Anforderungen der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 7 [40] entspricht.

Das Anlagengelände der Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG liegt in einem Gebiet mit stark gegliederter Topografie und großen Geländesteigungen, so dass die Anwendbarkeit eines diagnostischen Windfeldmodells am Standort nicht gegeben ist. Aus diesem Grund wurde die Fa. iMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG damit beauftragt, eine prognostische Windfeldbibliothek auf Basis aktueller Daten zu erstellen. Mit Hilfe einer solchen Bibliothek können anschließend Immissionsprognosen mit AUSTAL ohne Anwendung des darin enthaltenen diagnostischen Windfeldmodells durchgeführt werden. Anwendungseinschränkungen z. B. hinsichtlich der Quellkonfiguration bestehen dabei nicht. Im beigefügten Bericht der Fa. iMA (**Anlage 1**) ist die Erstellung der Windfeldbibliothek ausführlich beschrieben [41].

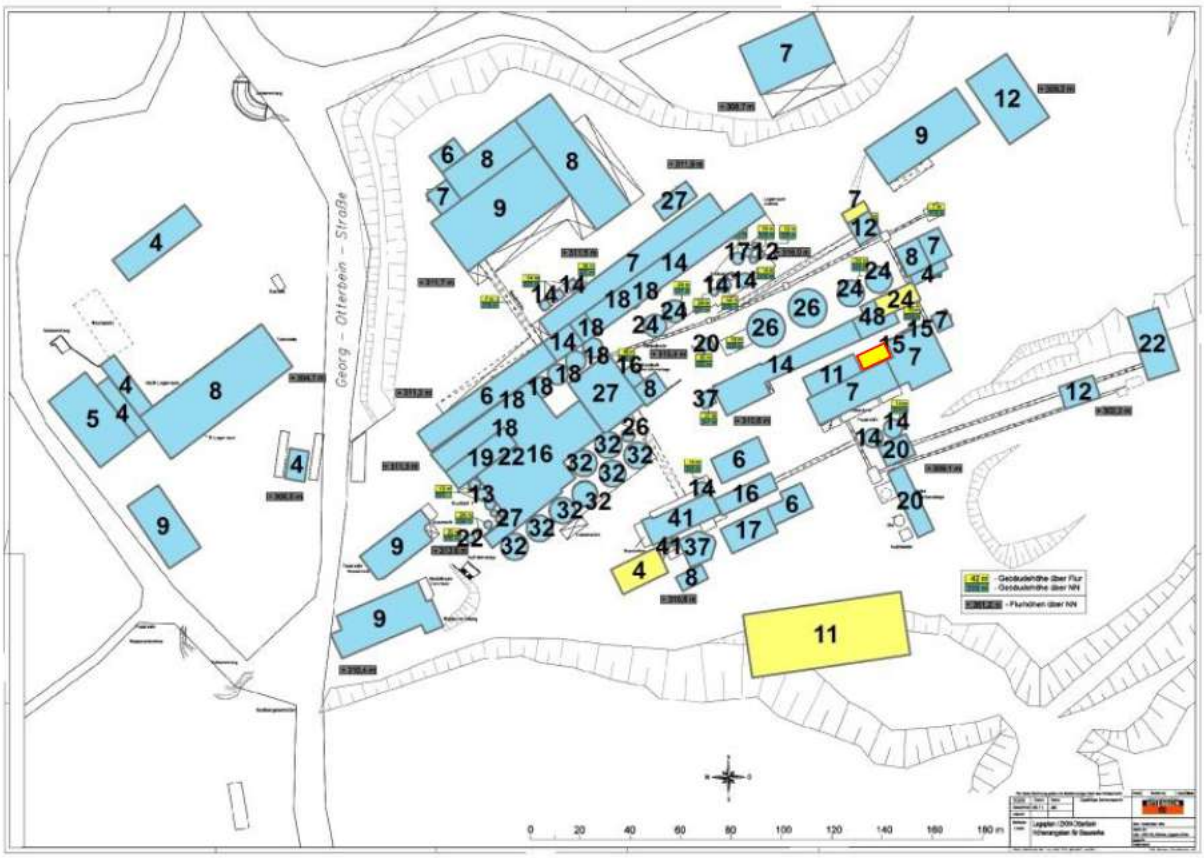
6.3.1.4 Kaltlufteinflüsse am Standort

Kaltluftströmungen entstehen in wolkenarmen Nächten bei großräumig windschwachen Wetterlagen. Über Grünland und Ackerland kühlt die Luft deutlich stärker ab als über Wald- und Siedlungsgebieten. Die kühlere Luft setzt sich, da sie schwerer ist, zunächst dem lokalen Geländegefälle folgend hangabwärts in Bewegung (Kaltluftabfluss). Mehrere solcher Kaltluftabflüsse können sich zu Kaltluftströmungen und Kaltluftströmungssystemen zusammenschließen, die auch in ebenes Gelände hineinreichen und niedrige Hügel überströmen können. Aufgrund der ausgeprägten Tallagen im Rechengebiet sind Einflüsse solcher lokaler thermischer Windsysteme am Standort Großenlüder-Müs zu erwarten. Sie lassen sich durch geeignete Einbindung in die Windfeldmodellierung berücksichtigen. Von der Fa. iMA wurden deshalb Kaltluftwindfelder unter Anwendung des prognostischen Windfeldmodells METRAS-PCL berechnet [41]. Prognostische Windfeldbibliotheken mit Kaltluftanteilen können mit dem Standard-AUSTAL-Programm nicht berechnet werden. Sämtliche Berechnungen wurden deshalb im Unterauftrag von der Fa. iMA auf Basis der vom VDZ zur Verfügung gestellten Eingangsdaten mit dem Programm LASAT (Lagrange Simulation von Aerosol-Transport) berechnet, dass für diese Anwendung geeignet ist und konform mit den Anforderungen der TA Luft, Anhang 2 bzw. der VDI-Richtlinie 3945, Blatt 3 (Partikelmodell) [39] ist.

6.3.1.5 Berücksichtigung von Bebauung

In Nr. 11 Anhang 2 der TA Luft ist festgehalten, inwiefern Einflüsse von Bebauung auf die Immissionssituation im Rechengebiet zu berücksichtigen ist. Gebäude können dann vernachlässigt werden, wenn ihre Entfernung vom Schornstein größer als das 6-fache ihrer Höhe und größer als das 6-fache der

Schornsteinhöhe beträgt. Im vorliegenden Fall lagen Daten zu Standort und Höhe sämtlicher Gebäude der Kalk- und Zementwerke Otterbein GmbH & Co. KG vor. Weiterhin gibt die TA Luft vor, dass die Berücksichtigung der Bebauung über eine geeignet gewählte Rauigkeitslänge im Prognosemodell ausreichend ist, sofern die Schornsteinbauhöhe mehr als das 1,7-fache der Gebäudehöhe beträgt [9]. Für den 47 Meter hohen Schornstein trifft dies auf Gebäude mit einer Höhe von < 27,6 Meter zu. Für Gebäudestrukturen > 27,6 Meter können - sofern sich die immissionsseitig relevanten Aufpunkte außerhalb des unmittelbaren Einflussbereiches der quellnahen Gebäude befinden - die Einflüsse der Bebauung auf das Windfeld und die Turbulenzstruktur mit Hilfe eines diagnostischen Windfeldmodells für Gebäudeumströmung berücksichtigt werden. Im Rahmen der Immissionsprognosen wurden nicht nur die Emissionen des Hauptkamins, sondern auch der Staubnebenquellen mit geringeren Emissionshöhen berücksichtigt. Es wurden deshalb sämtliche Gebäude > 2 Meter laut Lageplan digital modelliert (siehe **Bild 6-10**) und im inneren Berechnungsgitter bei der Erstellung der Windfeldbibliotheken diagnostisch implementiert, d. h. aufgerastert. Eine Veränderung oder Erweiterung des Gebäudekatasters kann einen lokalen Einfluss auf das Windfeld haben. Die Größenordnung dieser Auswirkung kann im Vorhinein nicht quantifiziert werden; ist aber bei kleinen Veränderungen als sehr gering einzustufen. Betreiberseitig werden zukünftig voraussichtlich fünf neue Gebäudekomplexe am Standort errichtet. Um den Einfluss auf das Windfeld zu berücksichtigen, wurden die vier Gebäudekomplexe, deren Konfiguration zum Zeitpunkt der Windfelderstellung bekannt war, für den Planzustand modelliert (siehe gelb eingefärbte Gebäude in **Bild 6-10**). Die Ausbreitungsrechnungen für den Istzustand wurden mit Gebäudekonfiguration IST (blau eingefärbte Gebäude) und die Ausbreitungsrechnungen für den Planzustand mit Gebäudekonfiguration PLAN (blau und gelb eingefärbte Gebäude) berechnet.



Werksgebäude

bestehende Gebäude

geplante Gebäude

Bild 6-10 Modellierte Gebäude am Standort

Der fünfte (zum Zeitpunkt der Gutachtenerstellung erst später hinzugekommene) Gebäudekomplex ist nur rund 11 Meter hoch und zwischen zwei weiteren Gebäudekomplexen gelegen (in der Grafik rot umrandet). Sein Einfluss auf das Windfeld kann daher als vernachlässigbar gering gewertet werden, weshalb keine erneute Anpassung des Windfeldmodells für den Planzustand vorgenommen wurde.

6.3.1.6 Aufpunkte und Kenngrößen der Immissionszusatzbelastung

Gemäß TA Luft wird die Konzentration an den Aufpunkten im Rechengebiet vom Programm AUSTAL als Mittelwert über ein vertikales Intervall vom Erdboden bis 3 m Höhe über dem Erdboden berechnet und ist damit repräsentativ für eine Aufpunkthöhe von 1,5 m über Flur.

Das Ausbreitungsmodell liefert bei Verwendung einer Ausbreitungsklassenstatistik mit Zeitreihe für jede Stunde des Jahres an den vorgegebenen Aufpunkten die Konzentration und die Deposition eines Stoffes. Für jeden Aufpunkt wird der Immissionsbeitrag der Quelle als Immissions-Jahreszusatzbelastung (IJZ) und gegebenenfalls als Immissions-Tageszusatzbelastung (ITZ) und Immissions-Stundenzusatzbelastung (ISZ) berechnet. Dabei ist die IJZ der arithmetische Mittelwert aller berechneten Einzelbeiträge an jedem Aufpunkt. Bei Verwendung einer repräsentativen meteorologischen Zeitreihe ist die ITZ der für jeden Aufpunkt berechnete höchste Tagesmittelwert. Die Kenngröße für die ISZ ist der berechnete höchste Stundenmittelwert für jeden Aufpunkt.

6.3.1.7 Ausbreitungsbedingungen / meteorologische Daten

Als meteorologische Grundlage für die Ausbreitungsrechnung wird eine Zeitreihe (AKTerm) verwendet. Eine Zeitreihe enthält für jede Stunde des Jahres fortlaufend Daten über Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Ausbreitungsklasse. Die Bestellung und Implementierung der meteorologischen Daten erfolgte über die Fa. iMA in Zusammenarbeit mit der lfU GmbH. Die Position des Anemometers wurde dabei zunächst von der Fa. iMA entsprechend einem Verfahren, welches in der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 16 [42] beschrieben ist, bestimmt. Die Herleitung der Ersatzanemometerposition (EAP) ist in [43] ausführlich beschrieben. Am Standort der EAP (Ostwert: 32 535184 / Nordwert: 56 03136) beträgt die mittlere lokale Rauigkeit z_0 = 1,5 Meter, korrespondierend zu einer Anemometerhöhe h_a = 33,6 Meter.

Die lfU GmbH führte anschließend die entsprechende Übertragbarkeitsprüfung für meteorologische Daten auf einen Standort durch unter Berücksichtigung der von der Fa. iMA ermittelten Ersatzanemometerposition (EAP) im Rechengebiet. Einzelheiten dazu können dem Bericht der lfU GmbH entnommen werden, welcher dieser Vorprüfung beigelegt ist (**Anlage 2**). Von insgesamt sechs umliegenden Windmessstationen wurde die Station „Hoherodskopf/Vogelsberg“ als geeignet für eine Übertragung ausgewählt. Deren meteorologischen Daten repräsentieren die regionalen topografischen Einflüsse und beinhalten stundenfeine Daten der Windrichtung, der Windgeschwindigkeit und des Turbulenzzustands. Am Anlagenstandort wird die Windströmung durch die Sattellage kanalisiert und es treten entsprechend der Talrichtung vorwiegend westliche und ostsüdöstliche Windrichtungen auf (siehe **Bild 6-11**, rechts). Am Anemometerstandort sind südwestliche und nordöstliche Windrichtungen am häufigsten vertreten (siehe **Bild 6-11**, links). Die Windgeschwindigkeit am Anlagenstandort liegt im Mittel deutlich niedriger als am höher gelegenen Anemometerstandort. Die Turbulenzinformation der meteorologischen Daten ist in Form von sechs Ausbreitungsklassen definiert, wobei die Klassen I und II stabilen, die Klassen III/1 und III/2 neutralen und die Klassen IV und V labilen Austauschverhältnissen entsprechen. Die Daten der Station „Hoherodskopf/Vogelsberg“ weisen überwiegend neutrale Stabilitätsklassen auf. Am Anlagenstandort werden, wie bereits erwähnt, die meteorologischen Bedingungen durch die Sattellage beeinflusst. Die Verteilung der Ausbreitungsklassen wurde daher nach einem speziellen Verfahren auf den Anlagenstandort übertragen und in der Ausbreitungsrechnung verwendet. Dies ermöglichte auch eine sachgerechte Berücksichtigung von Kaltluftströmungen in der Ausbreitungsrechnung.

Als repräsentatives Jahr (Analyse eines 10-jährigen Zeitraumes) wurde das Jahr 2020 ausgewählt. Weiterhin wurden stündliche Niederschlagsdaten der Station „Hoherodskopf/Vogelsberg“ in die Ausbreitungsklassenzeitreihe implementiert. Die gesamte Niederschlagsmenge im Jahr 2020 betrug 912 mm und wurde, um eine langjährige zeitliche Repräsentativität zu gewährleisten, auf das langjährige Mittel der letzten 10 Jahre normiert (954,3 mm). Damit weist die bereitgestellte Jahreszeitreihe in Summe die gleiche Niederschlagsmenge wie der langfristige Durchschnitt über 10 Jahre auf und dennoch können die Niederschlagsereignisse stundengenau in der Ausbreitungsrechnung angesetzt werden.

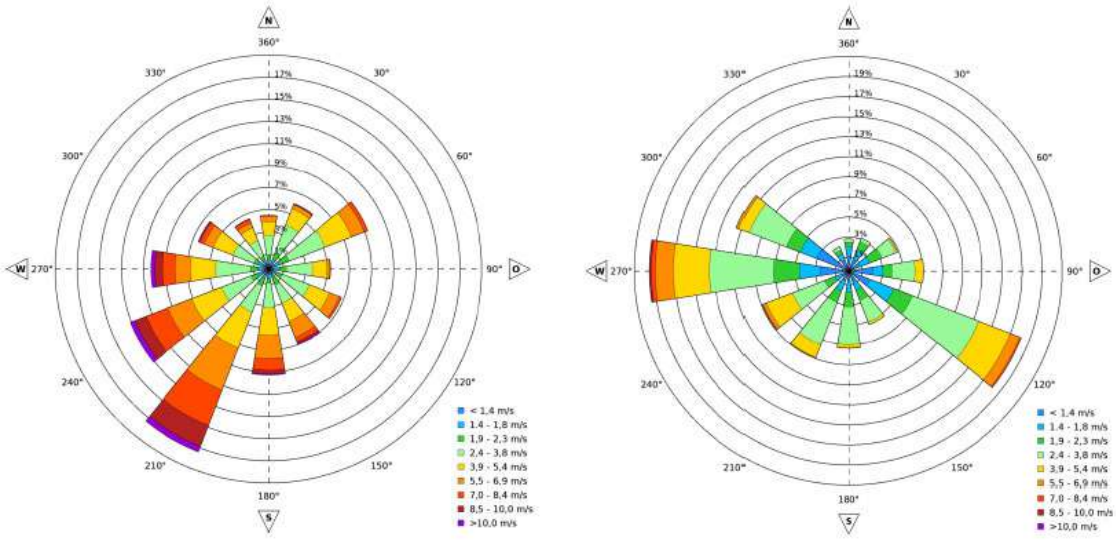


Bild 6-11 Windrichtungshäufigkeitsverteilung der verwendeten meteorologischen Daten am Anemometerstandort (links) und die resultierende Verteilung am Anlagenstandort (rechts) [43]

6.3.1.8 Rauigkeitslänge

Die Rauigkeitslänge für die Ausbreitungsrechnungen (Ist- und Planzustand) für den Hauptkamin wurde automatisch aus dem Corine-Kataster bestimmt und ausgelesen zu z_0 = 0,2 Meter.

Für die Staubausbreitungsrechnung mit allen Staubnebenquellen ergab sich zunächst eine automatisch ausgelesene Rauigkeit von z_0 = 0,1 Meter. Da eine Rauigkeitslänge von z_0 = 0,2 Meter besser zu den Vor-Ort-Gegebenheiten passt, wurde deshalb für diese Berechnung eine Rauigkeitslänge von z_0 = 0,2 Meter vorgegeben.

6.3.1.9 Qualitätsstufe und statistische Unsicherheit

Die Ausbreitungsrechnungen wurden mit der Qualitätsstufe qs = 4 durchgeführt. Damit konnte eine statistische Unsicherheit für die Immissionsjahreswerte (maximaler Aufpunkt) von kleiner / gleich 2,9 % im Istzustand und kleiner / gleich 3,3 % erzielt werden, die den Anforderungen der TA Luft, Anhang 2 Nr. 10 entspricht. Die einzelnen Werte können den Protokolldateien im Anhang (Kapitel 9.4, 9.5 und 9.6) entnommen werden.

6.3.1.10 Quellenspezifische Eigenschaften

Die quellenspezifischen Eigenschaften der Hauptemissionsquelle am Standort sind in **Tabelle 6-9** dargestellt. Sowohl für den Ist- als auch den Planzustand wurde ein maximaler Abgasvolumenstrom (Bei

Volllast) von 68.000 m³/h i. N. tr. bezogen auf 10 Vol.-% O_2 im Abgas zugrunde gelegt. Der tatsächliche Sauerstoffgehalt am Kamin beträgt derzeit (Istzustand) rund 14 Vol.-%, da die Kühlerabluft dem Ofenabgas zugemischt und gemeinsam mit dieser über den Hauptkamin abgeführt wird. Zukünftig werden in der neuen Anlage zur Kreislaufentlastung für Chloride und Schwefel zusätzlich etwa 20.000 m³/h Frischluft zugeführt (O_2-Gehalt 21 Vol.-%). Der Sauerstoffgehalt im Abgas (Ofenabgas, Kühlerabluft und Abgas aus der Anlage zur Kreislaufentlastung) erhöht sich im Planzustand deshalb voraussichtlich auf rund 15 Vol.-%. Die Abgasvolumina (i. N. trocken und feucht sowie im Betriebszustand) sind im Planzustand deshalb etwas höher als im Istzustand. Hieraus berechnet sich eine etwas höhere Austrittgeschwindigkeit des Abgases. Änderungen der durchschnittlichen Abgastemperatur und der Abgasfeuchte sind nach Angaben des Betreibers zukünftig nicht zu erwarten, weshalb für Ist- und Planzustand gleiche Werte angesetzt wurden.

Mit der neuen TA Luft ist die Berücksichtigung der Abgasfahnenüberhöhung bei der Schornsteinhöhenberechnung mit BESMIN als auch bei der Ausbreitungsrechnung mit AUSTAL vereinheitlicht worden. Für beide Berechnungen wird auf das dreidimensionale Überhöhungsmodell IBJpluris zurückgegriffen. Als wesentliche Eingangsgrößen zur Berücksichtigung der Abgasfahnenüberhöhung dienen die Parameter zq (Wasserbeladung) und die Austrittgeschwindigkeit vq, die im Programm zusammen mit der Abgastemperatur tq und dem Innendurchmesser des Kamins dq vorzugeben sind.

Tabelle 6-9 Quellenspezifische Eigenschaften und Eingangsparameter für die Ausbreitungsrechnung mit AUSTAL für den Hauptkamin in Ist- und Planzustand

Hauptkamin der Drehofenanlage (EQ 84)			
	Einheit	**Emissionsdaten**	
		ISTZUSTAND	**PLANZUSTAND**
Ostwert / Nordwert (UTM)	-	32536136.2 / 5603730.5	
Höhe	m	47	
Durchmesser Kaminmündung	m	1,5	
Austrittsfläche Kaminmündung	m²	1,77	
Abgastemperatur Verbundbetrieb	°C	145	
Feuchte	Vol.-%	9	
Abgasvolumenstrom 1)	Nm³/h, trocken, 10 % O_2	68.000	
Bezugssauerstoffgehalt	Vol.-%	10	
Betriebssauerstoffgehalt	%	**14**	**15**
Abgasvolumenstrom 2)	Nm³/h, trocken, Betriebs-O_2	**106.857**	**124.667**
Abgasvolumenstrom 2)	Nm³/h, feucht, Betriebs-O_2	**117.425**	**136.996**
Betriebsvolumenstrom 3)	m³/h	**179.760**	**209.720**
Wasserbeladung (zq)	kg/kg	**0,06**	**0,06**
Austrittsgeschwindigkeit (vq)	m/s	**28,3**	**33**
Betriebszeit	h/a	8.760	

1) Zur Berechnung der maximalen Emissionsfrachten für jede Komponente
2) Zur Berechnung der Wasserbeladung (Parameter zq)
3) Zur Berechnung der Austrittsgeschwindigkeit (Parameter vq)

Im Sinne einer konservativen Vorgehensweise wurde angenommen, dass die Ofenanlage ganzjährig und durchgehend bei Volllast betrieben wird. Die tatsächlichen Emissionen werden dabei überschätzt, da die Anlage z. B. während der jährlichen Winterrevision in mindestens vier Wochen des Jahres gar nicht betrieben wird. Die Laufzeit in 2019 betrug beispielsweise 7.006 Jahresstunden; das mehrjährige Mittel liegt bei etwa 7.500 Betriebsstunden.

Die sich ergebenden Emissionsmassenströme für den Hauptkamin in Ist- und Planzustand sind in nachfolgender **Tabelle 6-10** und **Tabelle 6-11** zusammengefasst.

Tabelle 6-10 Maximale Emissionsmassenströme der Drehofenanlage (Hauptkamin) in Ist- und Planzustand (gasförmige Komponenten)

	Hauptkamin der Drehofenanlage (EQ 84)					
	ISTZUSTAND			PLANZUSTAND		
Volumenstrom: 68.000 (m³/h i. N. tr. 10 Vol.-% O_2)						
Komponente	**mg/m³**	**kg/h**	**g/s**	**mg/m³**	**kg/h**	**g/s**
Hg (oxidiert)	**0,03**	0,0020	0,00057	**0,03**	0,0020	0,00057
SO_2	**200**	13,6	3,78	**50**	3,4	0,94
NH_3	**60**	4,1	1,13	**30**	2,0	0,567
NO_x (als NO_2)	**230**	15,6	4,34	**200**	13,6	3,78
NO 1)	-	9,7	2,69	-	8,4	2,34
NO_2 2)	-	0,78	0,217	-	0,68	0,189
Cl^- (als HCl)	**10**	0,68	0,189	**10**	0,68	0,189
F^- (als HF)	**1**	0,07	0,019	**1**	0,07	0,019
Benzol	**5**	0,34	0,094	**5**	0,34	0,094

1) m(NO) = 0,95*m(NO_x)/1,533 [1,533 = Molmasse NO_2/Molmasse NO]

2) NO_2 = 0,05*m(NO_x).

Tabelle 6-11 Maximale Emissionsmassenströme der Drehofenanlage (Hauptkamin) in Ist- und Planzustand (Staub und partikelgebundene Komponenten)

	Hauptkamin der Drehofenanlage (EQ 84)					
	ISTZUSTAND			PLANZUSTAND		
Volumenstrom: 68.000 (m³/h i. N. tr. 10 Vol.-% O_2)						
Komponente	**mg/m³**	**kg/h**	**g/s**	**mg/m³**	**kg/h**	**g/s**
Staub pm-1: 80 % 1) pm-2: 20 %	**10**	0,68	pm-1: 0,151 pm-2: 0,038	**10**	0,68	pm-1: 0,151 pm-2: 0,038
∑(Cd, Tl)	**0,05**	0,0034	cd-1 / tl-1: 0,00076 cd-2 / tl-2: 0,00019	**0,05**	0,0034	cd-1 / tl-1: 0,00076 cd-2 / tl-2: 0,00019
∑(As – Cr)	**0,05**	0,0034	as-1: 0,00076 as-2: 0,00019	**0,05**	0,0034	as-1: 0,00076 as-2: 0,00019
∑(Sb – Sn)	**0,5**	0,034	pb-1 / ni-1: 0,0076 pb-2 / ni-2: 0,0019	**0,5**	0,034	pb-1 / ni-1: 0,0076 pb-2 / ni-2: 0,0019
PCDD/F	**0,1 ngTE/m³**	0,007 mg/h	dx-1: 1,511E-09 dx-2: 3,778E-10		0,007 mg/h	dx-1: 1,511E-09 dx-2: 3,778E-10

PCDD/F: Polychlorierte Dibenzodioxine/-furane

1) Korrespondierend zu pm25-1; nähere Erläuterungen zur gewählten Korngrößenverteilung, siehe 6.3.1.11

Stickstoffoxide (NO_x) erfahren teilweise nach kurzer Verweildauer in der Atmosphäre eine Umwandlung (NO zu NO_2). Da diese Umwandlungszeiten vom Berechnungsprogramm berücksichtigt werden, müssen die emittierten NO- und NO_2-Massenströme getrennt angegeben werden. Aus zahlreichen Emissionsmessungen der Umweltmessstelle des VDZ ist bekannt, dass der Anteil von Stickstoffmonoxid (NO) bei Drehofenanlagen der Zementindustrie größer als 95 % ist, während weniger als 5 % der Stickstoffoxide in Form von Stickstoffdioxid (NO_2) emittiert werden. Die Emissionsmassenströme der Komponenten NO und NO_2 wurden deshalb entsprechend des jeweiligen Emissionsanteils aufgeteilt.

Für die Schwermetalle / Spurenelemente ist zu beachten, dass das Rechenprogramm AUSTAL standardmäßig mit den Komponenten Quecksilber (Hg), Blei (Pb), Arsen (As), Cadmium (Cd), Nickel (Ni) und Thallium (Tl) rechnet. Die Komponenten Pb, As, Cd, Ni und Tl sind dabei Bestandteil unterschiedlicher Summengrenzwerte (siehe **Tabelle 2-5**) und – bis auf Thallium – im Abgas der Drehofenanlage des Zementwerks Otterbein nicht als Einzelwerte begrenzt. Bei der Ausbreitungsrechnung wurde für diese Komponenten deshalb zunächst jeweils mit der Emissionsfracht gerechnet, die sich ergibt, wenn der jeweilige Summengrenzwert zugrunde gelegt wird (siehe **Tabelle 6-11**). Anschließend wurde auf Basis der Emissionsprognosen für mittlere Spurenelementgehalte in allen Einsatzstoffen (Kapitel 5.2) ermittelt, welchen Anteil die einzelnen Spurenelemente in Ist- und Planzustand prozentual an der prognostizierten Gesamtemission haben. Dasselbe Verhältnis wurde anschließend auf die jeweiligen Summengrenzwerte sowie die berechneten Immissionskonzentrations- sowie Depositionswerte übertragen, um individuelle Ergebnisse für die einzelnen Spurenelemente zu erhalten. Da die prognostizierten Emissionen an Spurenelementen die jeweiligen Summengrenzwerte zu weniger als 20 % in Ist- und Planzustand ausschöpfen, wie in Kapitel 5.2 gezeigt wurde, überschätzt dieser Ansatz die tatsächliche Emissions- und Immissionssituation deutlich und ist in jeder Hinsicht als konservative Maximalabschätzung zu bewerten. In **Tabelle 6-12** sind die entsprechenden Emissionsmassenströme für den Ist- und Planzustand dargestellt.

Neben dem Summengrenzwert ∑(Cd, Tl) ist im Reingas der Drehofenanlage darüber hinaus Thallium als Einzelwert begrenzt. Laut geltender Genehmigung sollen die Emissionen an Thallium einen Wert von 0,0048 mg/m³ (i. N. tr. bei 10 Vol.-% O_2) nicht überschreiten (siehe **Tabelle 2-5**). Bei den Immissionsprognosen wurde deshalb zusätzlich berechnet, welche Thallium-Deposition sich auf Basis dieser Emission ergibt. Entsprechend sind in den Ergebnistabellen zwei Immissionswerte für Thallium aufgeführt (siehe Kapitel 6.3.1.17)

Tabelle 6-12 Aufteilung der Summengrenzwerte in Ist- und Planzustand für Schwermetalle auf Basis der Emissionsprognosen mit mittleren Spurenelementgehalten in allen Einsatzstoffen (Kapitel 5.2)

Komponente	**ISTZUSTAND** Reale Emission (Basis Emissionsprognose)	**Eingangswert Immissionsprognose** (Ausschöpfung Summengrenzwert)	*Anteil reale Emission an Eingangswert Immissionsprognose*	**Anteil am Summengrenzwert**
	mg/m³ 1)	mg/m³	*%*	%
Cd	0,0004	**0,0039**	*9,73*	**7,79 / 7,79** 2)
Tl	0,0045	**0,0461**	*9,73*	**92,2**
∑(Cd, Tl)	0,005	**0,05**		100
Sb	0,0005	**0,0036**	*15,3*	**0,71**
As	0,0012	**0,0126**	*9,40*	**2,52 / 25,2** 2)
Pb	0,0177	**0,1154**	*15,3*	**23,1**
Cr	0,0020	**0,0209**	*9,40*	**4,17 / 41,7** 2)
Co	0,0012	**0,0126**	*9,40*	**2,53 / 25,3** 2)
Cu	0,0018	**0,0114**	*15,3*	**2,29**
Mn	0,0363	**0,2365**	*15,3*	**47,3**
Ni	0,0034	**0,0220**	*15,3*	**4,40**
V	0,0086	**0,0558**	*15,3*	**11,2**
Sn	0,0014	**0,0092**	*15,3*	**1,84**
∑(As, Cd, Co, Cr)	0,005	**0,05**		100
∑(Sb – Sn)	0,074	**0,5**		100
Komponente	**PLANZUSTAND** Reale Emission (Basis Emissionsprognose)	**Eingangswert Immissionsprognose** (Ausschöpfung Summengrenzwert)	*Anteil reale Emission an Eingangswert Immissionsprognose*	**Anteil am Summengrenzwert**
	mg/m³ 3)	mg/m³	*%*	%
Cd	0,0005	**0,0046**	*10,1*	**9,17 / 9,17**
Tl	0,0046	**0,0454**	*10,1*	**90,8**
∑(Cd, Tl)	0,005	**0,05**		
Sb	0,0007	**0,0046**	*16,3*	**0,91**
As	0,0011	**0,0101**	*11,3*	**2,01 / 20,1**
Pb	0,0187	**0,1141**	*16,3*	**22,8**
Cr	0,0021	**0,0183**	*11,3*	**3,66 / 36,6**
Co	0,0019	**0,0170**	*11,3*	**3,41 / 34,1**
Cu	0,0035	**0,0215**	*16,3*	**4,31**
Mn	0,0379	**0,2320**	*16,3*	**46,4**
Ni	0,0037	**0,0226**	*16,3*	**4,52**
V	0,0079	**0,0484**	*16,3*	**9,68**
Sn	0,0019	**0,0115**	*16,3*	**2,29**
∑(As, Cd, Co, Cr)	0,006	**0,05**		100
∑(Sb – Sn)	0,079	**0,5**		100

1) Istzustand mit Einsatz 45 % Kohle als Regelbrennstoff (Basis: mittlere Spurenelementgehalte in allen Einsatzstoffen); siehe **Tabelle 5-2**

2) Anteil am Summengrenzwert ∑(As, Cd, Co, Cr)

3) Jeweils höchster berechneter Emissionswert aus den Szenarien 4 – 8 (Basis: mittlere Spurenelementgehalte in allen Einsatzstoffen) mit 100 % Einsatz von Ersatzbrennstoffen; siehe **Tabelle 5-2**

Neben dem Hauptkamin wurden weitere Staub emittierende Nebenquellen im Rahmen der Ausbreitungsrechnung berücksichtigt. Die spezifischen Daten der weitere Staub emittierenden Nebenquellen sind im Anhang, **Tabelle 9-1** in Kapitel 9.3 dargestellt. Für die Prognosen wurden dabei die 36 größten gefassten Staubnebenquellen betrachtet, die dem Betrieb und der Genehmigung des Zementwerks zuzuordnen sind und die außerdem ins Freie emittieren (siehe auch **Bild 6-2**). Für alle Staubnebenquellen gilt eine Emissionsbegrenzung von 10 mg/m³ (i. N. tr.).

Vom Betreiber wurden Angaben zum Abgasvolumen (Betriebszustand), zur Abgasfeuchte (in der Regel 1 %) sowie zu Abgastemperaturen, Quellgeometrie und Betriebszeiten (Jahresstunden) für jede Quelle zur Verfügung gestellt. Hieraus wurde für alle Quellen der jeweils trockene Normvolumenstrom (zur Bestimmung der Emissionsfrachten) berechnet. Eine Abgasfahnenüberhöhung wurde für die Kleinquellen auf Grund der vor Ort-Gegebenheiten konservativ nicht angesetzt. Für Quellen mit einer Laufzeit < 6.500 Jahresstunden wurde die Staubfracht entsprechend der tatsächlichen Laufzeit anteilig reduziert (Verhältnis tatsächliche Laufzeit Quelle / 8.760 Stunden). Für Quellen mit einer Laufzeit > 6.500 Jahresstunden wurde konservativ auf einen ganzjährigen Betrieb (8.760 Jahresstunden) aufgerundet. Die kompletten Eingangsdaten zu den betrachteten Staubnebenquellen sind im Anhang, Kapitel 9.3, zusammenfassend dargestellt.

Mit dem geplanten Vorhaben wird eine kleine neue Staubemissionsquelle hinzukommen. Dabei handelt es sich um die Entstaubung zweier neuer Schneckenpumpen für die HGF-SCR-Anlage. Der Abluftvolumenstrom ist mit 600 m³/h (i. B.) allerdings so gering, dass die Quelle im Rahmen der Staubausbreitungsrechnung nicht berücksichtigt wurde.

Da sich die Staubemissions- / Immissionssituation für die Staubnebenquellen in Ist- und Planzustand im Wesentlichen nicht unterscheidet, wurde nur eine Staubausbreitungsrechnung mit der Gebäude-/Windfeldkonfiguration für den Planzustand durchgeführt.

6.3.1.11 Korngrößenverteilung der emittierten Stäube

Im Rahmen der vorliegenden gutachterlichen Stellungnahme wird die trockene Deposition für Stäube (Staubniederschlag) durch Sedimentations- bzw. Depositionsgeschwindigkeiten berücksichtigt. Die von Ofenanlagen in der Zementindustrie emittierten Stäube (Reingas hinter Filteranlage) weisen einen hohen Feinstaubanteil auf. Aufgrund der hohen Abscheideleistung der Filter ist davon auszugehen, dass die emittierten Stäube allesamt eine Korngrößenverteilung von kleiner / gleich 10 µm aufweisen. Aufgrund von Erfahrungen des VDZ erfolgt eine Aufteilung für Stäube und für staubgebundene Spurenelemente auf die Korngrößenklassen 1 (< 2,5 µm = pm-1) und 2 (2,5 – 10 µm = pm-2) wie in **Tabelle 6-13** dargestellt.

Tabelle 6-13 Relative Anteile einzelner Korngrößenfraktionen von Stäuben und staubgebundenen Spurenelementen im Abgas (Hauptkamin und Nebenquellen)

Klasse	Korngröße	Depositionsgeschwindigkeit	Sedimentationsgeschwindigkeit	Hauptkamin	Sonstige Nebenquellen (32 Stück)	Nebenquellen mit neuem Filter (4 Stück)
	µm	m/s	m/s	%	%	%
1 (pm-1)	**< 2,5**	**0,001**	**< 0,01**	**80**	**30**	**60**
2 (pm-2)	**2,5 – 10**	**0,01**	**< 0,01**	**20**	**70**	**40**
3	10 – 50	0,05	0,04	-	-	-
4	> 50	0,20	0,15	-	-	-

6.3.1.12 Bewertung der Zusatzbelastung – Prüf- und Beurteilungskriterien

Die Beurteilung der durch luftförmige Verunreinigungen hervorgerufenen Immissionen und deren Auswirkungen erfolgt auf Basis der Gesamtbelastung bzw. der nach TA Luft rechnerisch ermittelten Gesamtzusatzbelastung durch die Zementdrehofenanlage in Ist- und Planzustand.

Im Hinblick auf die Bewertung der Immissionssituation wird für jede zu betrachtende Komponente, sofern nicht anders beschrieben, die Immissionssituation am Aufpunkt mit der maximalen Gesamtzusatzbelastung dargestellt. Für einige Komponenten und insbesondere für die nassen Schwermetalldepositionen liegen die maximalen Aufpunkte im Bereich des Werksgeländes. Hier wurde deshalb der Immissionsbeitrag außerhalb des Werksgeländes sowie darüber hinaus an umliegenden beurteilungsrelevanten Aufpunkten im Untersuchungsgebiet dargestellt und ermittelt. Für Immissionswerte zum Schutz der menschlichen Gesundheit sind dies insbesondere bewohnte Gebiete, wo sich Menschen dauerhaft aufhalten (siehe **Bild 3-3**). Im Hinblick auf Stickstoff- und Säureeinträge sind hingegen ausschließlich die Immissionsbeiträge in den umliegenden FFH-Gebieten für die Bewertung relevant (siehe **Bild 3-4**). Bei der Bewertung von Schadstoffdepositionen werden für Schwermetalle, je nach Gebietsnutzung, unterschiedliche Schutzstandards herangezogen.

Die Bewertung der Immissionszusatzbelastung im Hinblick auf die Luftqualität erfolgt zunächst anhand der Immissionswerte der TA Luft [9] und der 39. Bundes-Immissionsschutzverordnung [18]. In der TA Luft Nr. 4.2 bis 4.5 sind Immissionswerte zum Schutz vor Gesundheitsgefahren, zum Schutz vor erheblichen Nachteilen oder erheblichen Belästigungen und bezüglich der Schadstoffdeposition festgelegt. Die Einteilung erfolgt in Werte für Langzeitwirkungen (Jahresmittelwert IJZ) sowie in Werte für Kurzzeitwirkungen (Tages- und Stundenmittelwert ITZ bzw. ISZ).

Für Stoffe, für die in der TA Luft keine Immissionswerte festgelegt sind, ist eine Prüfung, ob schädliche Umwelteinwirkungen hervorgerufen werden können nur dann erforderlich, wenn hierfür hinreichende Anhaltspunkte bestehen. Die in den nachfolgend genannten Literaturstellen abgeleiteten Schutzstandards können bei der Bewertung zusätzlich mit herangezogen werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die aufgeführten Werte unterschiedlich definiert sind (z. B. Richtwerte, Schutzstandards, Wirkungsschwellen etc.). Für die genauen Definitionen der einzelnen Werte wird auf die entsprechenden Literaturstellen verwiesen. Im Folgenden werden die Werte allgemein als "Schutzstandards" bezeichnet.

LAI-Beurteilungswerte für luftverunreinigende Immissionen [44]

Der Unterausschuss "Wirkungsfragen" des LAI hat seit 1991 für eine Reihe von Stoffen Beurteilungswerte abgeleitet, die im Rahmen von Genehmigungsverfahren zur Bewertung von Immissionskonzentrationen bzw. -zusatzbelastungen herangezogen werden sollen. Zu den Stoffen, für die bis heute entsprechende Werte festgelegt wurden, gehören u. a. organische Verbindungen (z. B. Dioxine und Furane, dioxinähnliche Substanzen, Toluol, Xylol) und Schwermetalle (z. B. Quecksilber, Chrom, Nickel, Vanadium).

Kühling / Peters etc. [45]

Von Kühling wurden für 52 relevante Schadstoffkomponenten Immissionsstandards abgeleitet, die als Bewertungsmaßstäbe im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsuntersuchung zugrunde gelegt werden können. Hierzu wurden internationale Standards zusammengestellt sowie die Umweltrelevanz und Wirkungsweise der betrachteten Stoffe aufgezeigt. Auf dieser Grundlage wurden nachvollziehbare Luftqualitätsstandards zur Umweltvorsorge begründet. Ziel ist die nachhaltige Entwicklung einer Luftqualität, die eine gesunde Lebensgrundlage, eine standorttypische Entwicklung von Pflanzen und Tieren sowie den Erhalt der menschlichen Gesundheit und des Wohlbefindens gewährleistet.

Weitere zur Beurteilung vorhandene Immissionswerte (Schutzstandards) stammen vom FoBiG (Forschung- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe) [46], von Eikmann et al. (Gefährdungsabschätzung von Umweltschadstoffen) [47] sowie Roller und Nies [48].

Die nachfolgende **Tabelle 6-14** enthält eine Zusammenstellung der im Hinblick auf die Luftqualität relevanten Komponenten, die sich aus den oben genannten Aufstellungen für das beantragte Vorhaben ergeben.

Tabelle 6-14 Immissionswerte / Schutzstandards zur Beurteilung der Luftqualität

Komponente	Bezugszeitraum	Wert	Referenz	Schutzziel
Schwebstaub	Jahresmittelwert (PM_{10}) 24 h-Mittelwert (PM_{10}) [1] Jahresmittelwert ($PM_{2.5}$)	40 µg/m³ 50 µg/m³ 25 µg/m³	TA Luft / 39. BImSchV	Schutz der menschlichen Gesundheit
SO_2	Jahresmittelwert (Mensch) 24 h-Mittelwert [2] 1 h-Mittelwert [3]	50 µg/m³ 125 µg/m³ 350 µg/m³	TA Luft TA Luft / 39. BImSchV	Schutz der menschlichen Gesundheit
	Jahresmittelwert (Vegetation)	20 µg/m³	TA Luft / 39. BImSchV	Schutz von Ökosystemen
NO_2	Jahresmittelwert (Mensch) 1-h-Mittelwert [4]	40 µg/m³ 200 µg/m³	TA Luft / 39. BImSchV	Schutz der menschlichen Gesundheit
NO_X	Jahresmittelwert (Vegetation)	30 µg/m³	TA Luft	Schutz der Vegetation
HCl	Jahresmittelwert	30 µg/m³	Kühling	Schutz der menschlichen Gesundheit
HF	Jahresmittelwert (Flora und Fauna)	0,4 µg/m³	TA Luft	Schutz vor erheblichen Nachteilen durch Schädigung sehr empfindlicher Tiere, Pflanzen und Sachgüter
Hg	Jahresmittelwert	50 ng/m³	LAI	
Cd [5]	Jahresmittelwert	5 ng/m³	39. BImSchV / LAI	Schutz der menschlichen Gesundheit
Tl [5]	Jahresmittelwert	280 ng/m³	FoBiG	
Sb [5]	Jahresmittelwert	80 ng/m³	Eikmann	
As [5]	Jahresmittelwert	6 ng/m³	39. BImSchV / LAI	
Pb [5]	Jahresmittelwert	500 ng/m³	TA Luft / 39. BImSchV	
Cr [5] (Chrom-Gesamt)	Jahresmittelwert	17 ng/m³	LAI	
Co [5]	Jahresmittelwert	9 ng/m³	Roller und Nies	
Ni [5]	Jahresmittelwert	20 ng/m³	39. BImSchV / LAI	
Cu [5]	Jahresmittelwert	1.000 ng/m³	FoBiG	
Sn [5]	Jahresmittelwert (organische Verb.)	1.000 ng/m³	Kühling	
V [5] [6]	Jahresmittelwert	20 ng/m³	LAI	
Benzol	Jahresmittelwert	5 µg/m³	TA Luft / 39. BImSchV	
PCDD/F	Jahresmittelwert	150 fg WHO-TE/(m³)	LAI	

1) bei 35 zugelassenen Überschreitungen pro Kalenderjahr
2) bei 3 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr
3) bei 24 zugelassenen Überschreitungen
4) bei 18 zugelassenen Überschreitungen im Kalenderjahr
5) im Schwebstaub 6) Schutzstandard für V_2O_5

In **Tabelle 6-15** sind die relevanten Schutzstandards der Nr. 4.3 TA Luft [9] zum Schutz vor erheblichen Belästigungen und Nachteilen durch Staubniederschlag sowie der Nr. 4.5 TA Luft [9] zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Schadstoffdepositionen aufgeführt.

Tabelle 6-15 Depositionswerte zum Schutz vor erheblichen Belästigungen und erheblichen Nachteilen und schädlichen Umwelteinwirkungen durch Schadstoffdepositionen

Komponente	Bezugszeitraum	Einheit	Wert	Refe-renz	Schutzziel
Staubniederschlag	Jahresmittelwert	mg/(m²*d)	**350**	TA Luft	Schutz vor erheblichen Nachteilen
Arsen [1)]	Jahresmittelwert	µg/(m²*d)	**4** 1170 (Ackerböden)* 60 (Grünland)*	TA Luft	Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen
Blei [1)]	Jahresmittelwert	µg/(m²*d)	**100** 185 (Ackerböden)* 1900 (Grünland)*	TA Luft	
Cadmium [1)]	Jahresmittelwert	µg/(m²*d)	**2** 2,5 (Ackerböden)* 32 (Grünland)*	TA Luft	
Nickel [1)]	Jahresmittelwert	µg/(m²*d)	**15**	TA Luft	
Quecksilber [1)]	Jahresmittelwert	µg/(m²*d)	**1** 30 (Ackerböden)* 3 (Grünland)*	TA Luft	
Thallium [1)]	Jahresmittelwert	µg/(m²*d)	**2** 7 (Ackerböden)* 25 (Grünland)*	TA Luft	
PCDD/F [1)]	Jahresmittelwert	pg/(m²*d)	**9**	TA Luft	

1) staubgebunden
* Depositionswerte als Anhaltspunkte für die Sonderfallprüfung nach Nr. 4.8 TA Luft

6.3.1.13 Schutz der menschlichen Gesundheit – Langzeitbetrachtung

Der Schutz der menschlichen Gesundheit ist sichergestellt, wenn die Gesamtbelastung im betrachteten Beurteilungsgebiet die in Nr. 4.2.1 der TA Luft [9] und der 39. BImSchV [18] aufgeführten Immissionswerte an keinem Punkt überschreitet. Überschreitet die Gesamtbelastung an einem Beurteilungspunkt einen Immissionswert, so darf die Genehmigung allerdings unter folgenden alternativen Voraussetzungen nicht versagt werden, wenn:

a) die Kenngröße für die Zusatzbelastung durch Emissionen der Anlage an diesem Beurteilungspunkt drei Prozent des Immissions-Jahreswertes nicht überschreitet und durch eine Auflage sichergestellt ist, dass weitere Maßnahmen zur Luftreinhaltung, insbesondere Maßnahmen, die über den Stand der Technik hinausgehen, durchgeführt werden,

b) hinsichtlich des jeweiligen Schadstoffs durch eine Bedingung sichergestellt ist, dass in der Regel spätestens zwölf Monate nach Inbetriebnahme der Anlage solche Sanierungsmaßnahmen (Beseitigung, Stilllegung oder Änderung) an bestehenden Anlagen des Antragstellers oder Dritter oder sonstige Maßnahmen durchgeführt sind, die die Einhaltung der Immissionswerte in Nummer 4.2.1 gewährleisten oder

c) durch Maßnahmen im Rahmen eines Luftreinhalteplanes die Einhaltung des Immissionswertes nach einer Übergangsfrist zu erwarten ist. [9]

In der folgenden **Tabelle 6-16** sind die berechneten maximalen Immissionsbeiträge im Rechengebiet den in der TA Luft und der 39. BImSchV festgelegten Immissionswerten gegenübergestellt. Darüber

hinaus sind für diejenigen Komponenten und Verbindungen der Stoffliste, für die in der TA Luft bzw. 39. BImSchV keine Immissionswerte angegeben sind, vergleichbare anerkannte Schutzstandards berücksichtigt. Für Schwermetalle ist darüber hinaus dargestellt, wie sich die Immissionssituation darstellt, wenn die prognostizierten Emissionen gemäß **Tabelle 6-12** zugrunde gelegt werden (= Vollausschöpfung des Summengrenzwertes). Die Protokolldateien der Ausbreitungsrechnungen können im Anhang, Kapitel 9.4 - 9.6 eingesehen werden.

Tabelle 6-16 Immissionsbeiträge der Drehofenanlage in Ist- und Planzustand und Bewertung im Hinblick auf den Schutz der menschlichen Gesundheit

Komponente	Einheit	Immissionswert	3,0 %- Irrelevanzschwelle	Immissionsbeitrag IJZ	
TA Luft Nr. 4.2.1 / 39. BImSchV				**IST**	**PLAN**
PM_{10}	µg/m³	**40**	1,2	**0,034** [2]	**0,023** [2] 8,95 [4] **1,61** [5]
$PM_{2,5}$	µg/m³	**25**	0,75	**0,027** [2]	**0,018** [2] 3,35 [4] **0,72** [5]
SO_2	µg/m³	**50**	1,5	**0,662**	**0,112**
NO_2	µg/m³	**40**	1,2	**0,048**	**0,028**
Pb [1]	ng/m³	**500**	15	**0,389**	**0,259**
Benzol	µg/m³	**5**	0,15	**0,017**	**0,011**
39. BImSchV					
Cd [1]	ng/m³	**5**	0,15	**0,013**	**0,010**
As [1]	ng/m³	**6**	0,18	**0,043**	**0,023**
Ni [1]	ng/m³	**20**	0,60	**0,074**	**0,051**
LAI 2004					
Hg	ng/m³	**50**	1,5	**0,100**	**0,068**
V [1]	ng/m³	**20**	0,60	**0,188**	**0,110**
Cr [1]	ng/m³	**17**	0,51	**0,070**	**0,042**
PCDD/F	fg WHO-TE/(m³)	**150**	4,5	**0,337**	**0,227**
Kühling / Peters, Eikmann, Roller und Nies und FoBiG					
Tl [1]	ng/m³	**280**	8,4	**0,156**	**0,103**
Tl [1], [6]				**0,162**	**0,109**
Sb [1]	ng/m³	**80**	2,4	**0,012**	**0,010**
Co [1]	ng/m³	**9**	0,27	**0,043**	**0,039**
Cu [1]	ng/m³	**1.000**	30	**0,039**	**0,049**
Sn [1]	ng/m³	**1.000**	30	**0,031**	**0,026**

IJZ: Immissionsjahreszusatzbelastung
PM: Particulate Matter (Schwebstaub)
1) im Schwebstaub
2) Immissionsbeitrag des Hauptkamins (gesamtes Beurteilungsgebiet)
3) Maximum außerhalb Werksgelände
4) Maximum in angrenzenden Wohngebieten (= beurteilungsrelevante Immissionsorte)
5) Berechnete Immission bei Ausschöpfung des Einzelgrenzwertes für Thallium

Die Ergebnisse zeigen, dass die Irrelevanzschwellen der TA Luft für alle Komponenten durch die Emissionen des Hauptkamins der Drehofenanlage sowohl im Ist- als auch im Planzustand sicher un-

terschritten werden. Insgesamt verbessert sich die Immissionssituation, insbesondere für die Komponenten SO_2 und NO_2 aufgrund der geplanten Grenzwertabsenkung. Für die weiteren Komponenten ergeben sich ebenfalls überwiegend geringere maximale Immissionsbeiträge im Planzustand – vermutlich aufgrund der höheren Austrittsgeschwindigkeit des Abgases und des damit verbundenen höheren Impulsauftriebes. Für die Schwermetalle ändern sich die Immissionsbeiträge außerdem geringfügig entsprechend der jeweils unterschiedlichen Aufteilung der einzelnen Komponenten auf den Summengrenzwert.

Für Schwebstaub (PM_{10} und $PM_{2,5}$) wird die Irrelevanzschwelle der TA Luft durch den Immissionsbeitrag der 37 Staub-emittierenden Emissionsquellen des Zementwerks überschritten. Die maximalen Immissionsbeiträge befinden sich auf dem Werksgelände. Beurteilungspunkte auf dem Werksgelände sind allerdings nicht beurteilungsrelevant im Hinblick auf den Schutz der menschlichen Gesundheit. Beurteilungsrelevante Immissionsorte im Hinblick auf den Schutz der menschlichen Gesundheit sind Gebiete (= Wohngebiete) in denen sich Menschen dauerhaft und nicht nur vorüber gehend aufhalten. In **Tabelle 6-16** sind deshalb die berechneten maximalen Immissionsbeiträge für PM_{10} und $PM_{2,5}$ außerhalb des Werksgeländes der Fa. ZKW Otterbein und in den angrenzenden Wohngebieten dargestellt. Die flächenhafte Verteilung der Immissionszusatzbelastung in diesen Gebieten ist in **Bild 6-12 - Bild 6-15** dargestellt. Um zu prüfen, ob die Schutzstandards der TA Luft bzw. 39 BImSchV dennoch eingehalten sind, wurde die Gesamtbelastung ermittelt. Dabei wurden zunächst die Vorbelastungswerte gemäß **Tabelle 6-4** herangezogen, die der großräumigen Hintergrundbelastung entsprechen. Nicht bekannt ist die Vorbelastung durch den aktuellen Betrieb des Kalkwerks und des Steinbruchs. Aus diesem Grund wurde konservativ ein zusätzlicher flächendeckender Immissionsbeitrag von je 2 µg/m³ (PM_{10}) und je 1,6 µg/m³ ($PM_{2,5}$) für diese beiden Betriebsbereiche zur Vorbelastung addiert. Dies wurde mit der zuständigen Genehmigungsbehörde abgestimmt und entspricht einer sehr konservativen Annahme, da nicht davon auszugehen ist, dass der Betrieb des Kalkwerks und des Steinbruchs einen höheren Beitrag zur Immissionsbelastung für Feinstaub leisten als das Zementwerk. Die Ermittlung der Gesamtbelastung ist in nachfolgender **Tabelle 6-17** dargestellt.

Tabelle 6-17 Ermittlung der Gesamtbelastung für PM_{10} und $PM_{2,5}$

Komponente	Einheit	Vorbelastung	Immissionsbeitrag IJZ
PM_{10}	µg/m³	Vorbelastung Gesamtzusatzbelastung Kalkwerk Gesamtzusatzbelastung Steinbruch Gesamtzusatzbelastung Zementwerk **Gesamtbelastung**	20 2 2 8,95 [1] / **1,61** [2] 33 [1] / **25,6** [2]
		Immissionswert TA Luft / 39. BImSchV	**40**
$PM_{2,5}$	µg/m³	Vorbelastung Gesamtzusatzbelastung Kalkwerk Gesamtzusatzbelastung Steinbruch Gesamtzusatzbelastung Zementwerk **Gesamtbelastung**	15 1,6 [3] 1,6 [3] 3,35 / 0,72 **21,6** [1] / **18,9** [2]
		Immissionswert TA Luft / 39. BImSchV	**25**

1) Gesamtbelastung außerhalb des Werksgeländes
2) Gesamtbelastung in den Wohngebieten (= beurteilungsrelevant nach TA Luft)
3) konservative Annahme
4) konservative Annahme, hergeleitet aus einem angenommenen Anteil von $PM_{2,5}$ an PM_{10} in der Immission von 80 % [0,8 * 2 =1,6 µg/m³]

Die Gesamtbelastung für PM_{10} unterschreitet den Immissionswert von 40 µg/m³ in den Wohngebieten (= beurteilungsrelevante Immissionsorte) mit 26 µg/m³ sicher. Auch die Gesamtbelastung unmittelbar

an der Werksgrenze liegt mit 33 µg/m³ sicher unter dem Immissionswert. Die Gesamtbelastung für $PM_{2,5}$ beträgt außerhalb des Werksgeländes knapp 22 µg/m³ und in den Wohngebieten (= beurteilungsrelevante Immissionsorte) knapp 19 µg/m³. Beide Werte unterschreiten ebenfalls sicher den zulässigen Immissionswert von 25 µg/m³.

Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass durch das geplante Vorhaben nach Angaben des Betreibers keine neuen Staubquellen in nennenswerter Größenordnung im Zementwerk hinzukommen. Insofern handelt es sich bei den dargestellten Immissionsbeiträgen um Werte, die auch für den heutigen Zustand (Istzustand) repräsentativ sind. Die vorhabenbedingte Zusatzbelastung kann daher im Hinblick auf den Staubimmissionsbeitrag des Zementwerks als neutral bewertet werden.

Die geplanten Modernisierungsmaßnahmen und der erhöhte Einsatz von Ersatzbrennstoffen haben deshalb zusammenfassend keine nachteiligen Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit, sondern führen für die meisten Komponenten sogar zu einer deutlichen Verbesserung.

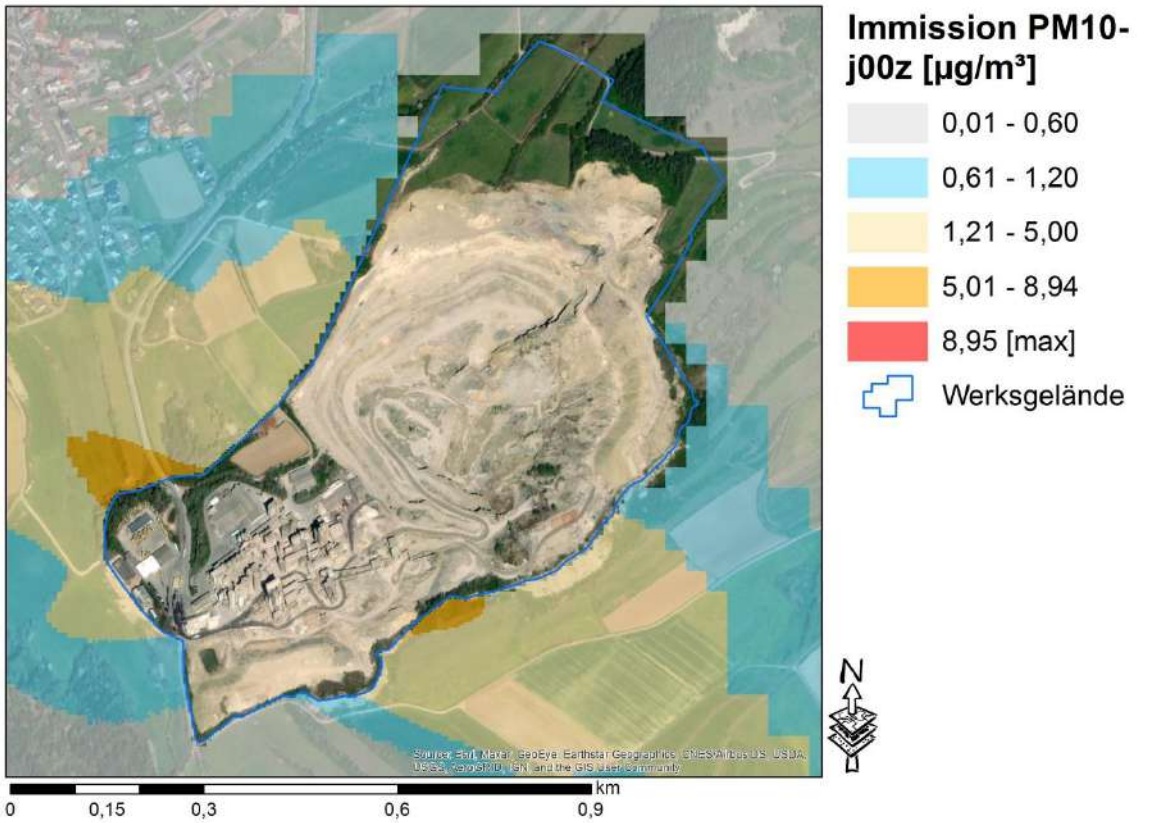


Bild 6-12 **Planzustand:** Flächenhafte Verteilung der Schwebstaub(**PM_{10}**)-Immissionszusatzbelastung außerhalb des Werksgeländes im Beurteilungsgebiet (Hauptkamin und 36 Staubnebenquellen)

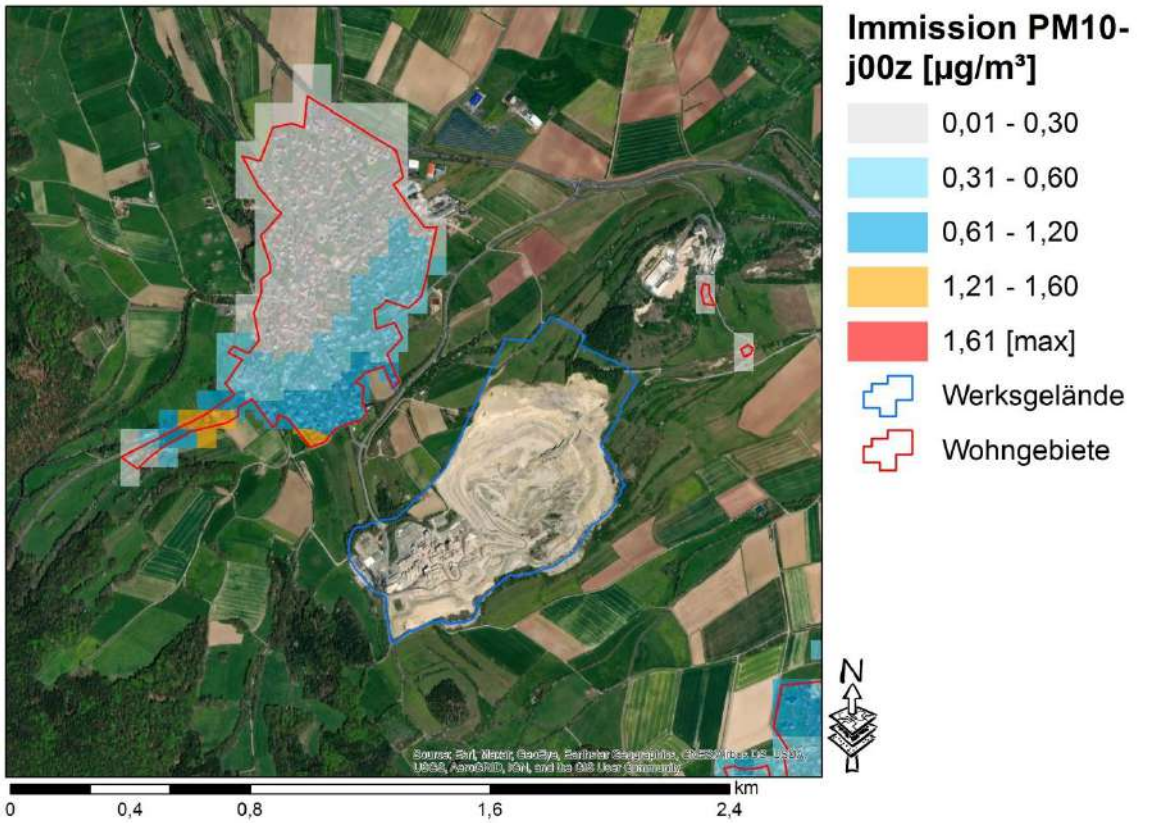


Bild 6-13 **Planzustand:** Flächenhafte Verteilung der Schwebstaub(**PM_{10}**)-Immissionszusatzbelastung in den umliegenden Wohngebieten im Beurteilungsgebiet (Hauptkamin und 36 Staubnebenquellen)

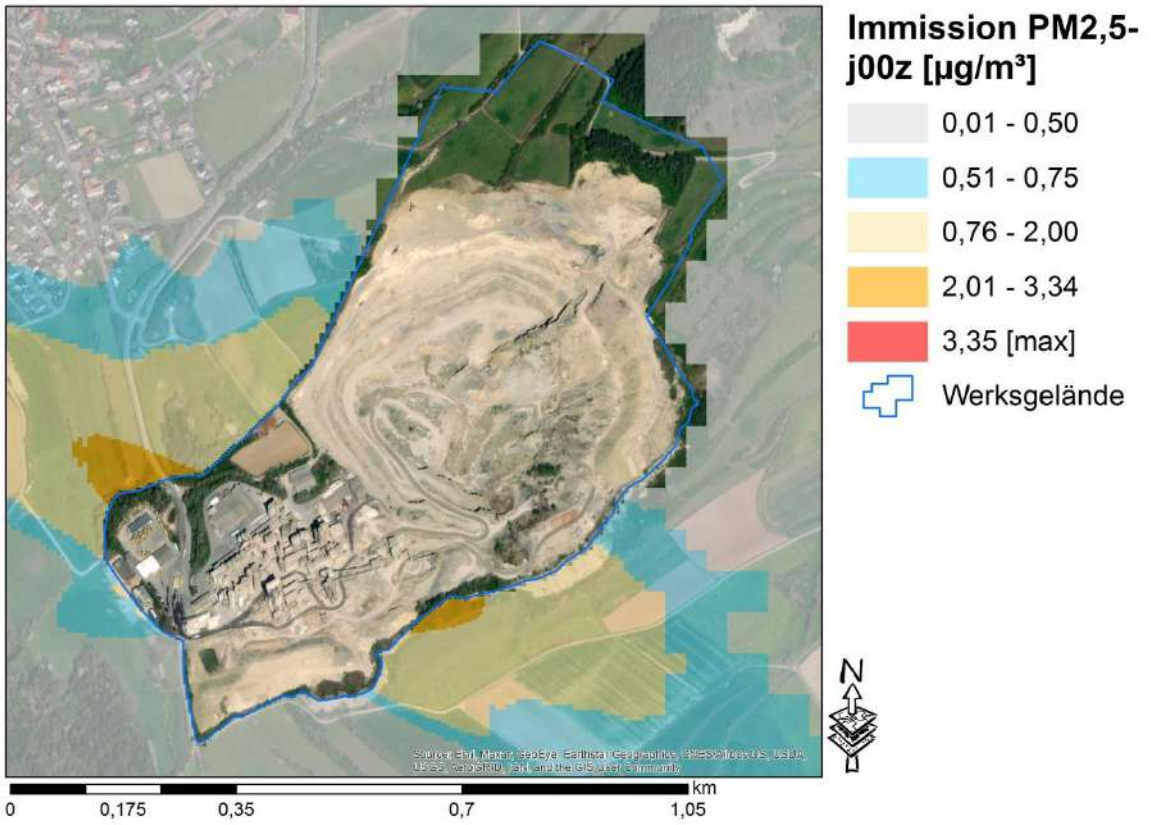


Bild 6-14 **Planzustand**: Flächenhafte Verteilung der Schwebstaub(**$PM_{2,5}$**)-Immissionszusatzbelastung außerhalb des Werksgeländes im Beurteilungsgebiet (Hauptkamin und 36 Staubnebenquellen)

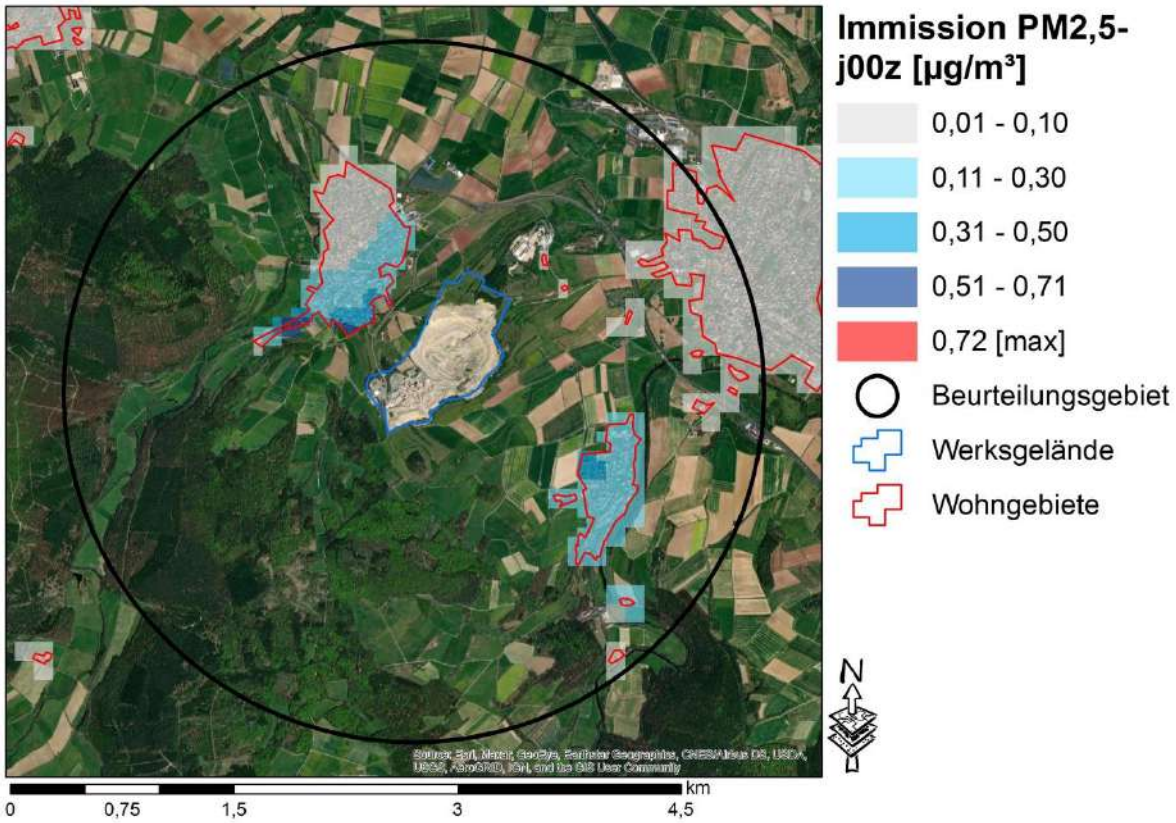


Bild 6-15 **Planzustand:** Flächenhafte Verteilung der Schwebstaub(**$PM_{2,5}$**)-Immissionszusatzbelastung in den umliegenden Wohngebieten im Beurteilungsgebiet (Hauptkamin und 36 Staubnebenquellen)

6.3.1.14 Schutz der menschlichen Gesundheit – Kurzeitbetrachtung

Neben den Immissions-Jahreswerten zum Schutz der menschlichen Gesundheit sind in der Nr. 4.2.1 der TA Luft zusätzlich Tages- und Stundenmittelwerte für die Komponenten Schwebstaub (PM_{10}), SO_2 und NO_2 festgelegt. Der Immissions-Tageswert (IT) ist der Konzentrationswert eines Stoffes, gemittelt über einen Kalendertag mit der zulässigen Überschreitungshäufigkeit (Anzahl der Tage) während eines Jahres. Der Immissions-Stundenwert (IS) ist der Konzentrationswert eines Stoffes, gemittelt über eine volle Stunde mit der zulässigen Überschreitungshäufigkeit (Anzahl der Stunden) während eines Jahres. Im vorherigen Kapitel wurde gezeigt, dass die Gesamtzusatzbelastung für die Komponenten SO_2 und NO_2 die Immissionswerte der TA Luft zu weniger als drei Prozent ausschöpft und somit als irrelevant zu bewerten ist. Aufgrund der geringen Gesamtzusatzbelastung für das Jahr ist somit auch von einer sicheren Unterschreitung der Tages- und Stunden-Immissionswerte der TA Luft auszugehen.

Im Hinblick auf die Komponente Schwebstaub (PM_{10}) wird die Irrelevanzschwelle für den Jahres-Immissionswert in den beurteilungsrelevanten Gebieten durch den Immissionsbeitrag der betrachteten 37 Staubquellen des Zementwerks geringfügig überschritten. Diesbezüglich muss aber berücksichtigt werden, dass es sich bei den berechneten Werten um die Gesamtzusatzbelastung des Zementwerks und nicht um die vorhabenbedingte Zusatzbelastung handelt, da sich die Staubemissions-/Immissionssituation durch das geplante Vorhaben nicht wesentlich ändern wird.

Nach TA Luft gilt bei Einhaltung eines Jahreswertes (PM_{10}) von 28 µg/m³ auch die Einhaltung des Tagesmittelwertes als gewährleistet. Dies ist in den beurteilungsrelevanten Gebieten (= Wohngebiete) der Fall. Selbst wenn konservativ ein zusätzlicher Immissionsbeitrag von 4 µg/m³ (Betrieb Kalkwerk und Steinbruch) zur Vorbelastung addiert wird, ergibt sich dort eine Gesamtbelastung, die mit knapp 26 µg/m³ unterhalb von 28 µg/m³ liegt. Auch im Hinblick auf die Kurzzeitwerte der TA Luft ist der Schutz der menschlichen Gesundheit durch das Vorhaben folglich nicht beeinträchtigt.

6.3.1.15 Schutz vor erheblichen Belästigungen und erheblichen Nachteilen durch Staubniederschlag

Gemäß Nr. 4.3 der TA Luft ist der Schutz vor erheblichen Belästigungen und erheblichen Nachteilen durch Staubniederschlag sichergestellt, wenn die Gesamtbelastung an keinem Beurteilungspunkt den Immissions-Jahreswert von 350 mg/(m²*d) überschreitet. Überschreitet die nach Nummer 4.7 ermittelte Gesamtbelastung für Staubniederschlag an einem Beurteilungspunkt den Immissionswert, darf die Genehmigung wegen dieser Überschreitung nicht versagt werden, wenn

a) die Kenngröße für die Zusatzbelastung durch die Emissionen der Anlage an diesem Beurteilungspunkt einen Wert von 10,5 mg/(m²*d) - gerechnet als Mittelwert für das Jahr - nicht überschreitet,

b) durch eine Bedingung sichergestellt ist, dass in der Regel spätestens sechs Monate nach Inbetriebnahme der Anlage solche Sanierungsmaßnahmen (Beseitigung, Stilllegung oder Änderung) an bestehenden Anlagen des Antragstellers oder Dritter durchgeführt sind, die die Einhaltung des Immissionswertes gewährleisten,

c) durch Maßnahmen im Rahmen eines Luftreinhalteplanes die Einhaltung des Immissionswertes nach einer Übergangsfrist zu erwarten ist oder

d) eine Sonderfallprüfung nach Nummer 4.8 ergibt, dass wegen besonderer Umstände des Einzelfalls keine erheblichen Nachteile hervorgerufen werden können.

Die Protokolldateien der Ausbreitungsrechnungen können im Anhang, Kapitel 9.4 - 9.6 eingesehen werden. Die durch die staubförmigen Emissionen des Hauptkamins hervorgerufene Staubdepositionszusatzbelastung beträgt in Ist- und Planzustand jeweils 2,3 mg/(m²*d) und ist damit als irrelevant zu bewerten. Der Depositionsbeitrag der im Planzustand durch die staubförmigen Emissionen des

Hauptkamins und der 36 betrachteten Staubnebenquellen hervorgerufen wird, beträgt außerhalb des Werksgeländes 5,5 mg/(m²*d) und in den Wohngebieten 0,77 mg/(m²*d). Beide Werte unterschreiten ebenfalls die Irrelevanzschwelle der TA Luft von 10,5 mg/(m²*d). Die Ermittlung der Gesamtbelastung ist somit nicht erforderlich. Darüber hinaus ist – analog zur Immissionssituation für PM_{10} und $PM_{2,5}$ zu berücksichtigen, dass keine zusätzlichen Staubemissionen der Anlage mit den geplanten Modernisierungsmaßnahmen verursacht werden. Die vorhabenbedingte Zusatzbelastung ist folglich als neutral zu bewerten.

Erhebliche zusätzliche Belästigungen oder erhebliche zusätzliche Nachteile durch Staubniederschlag sind mit dem geplanten Vorhaben nicht verbunden. Der Schutz vor erheblichen Belästigungen und erheblichen Nachteilen durch Staubniederschlag im Umfeld des Zementwerks ist heute wie auch zukünftig sichergestellt.

Tabelle 6-18 Staubdepositionsbeitrag der Drehofenanlage (inklusive Nebenquellen) und Bewertung im Hinblick auf den Schutz vor erheblichen Belästigungen und erheblichen Nachteilen

Komponente	Einheit	Immissionsbeitrag		Irrelevante Zusatzbelastung	Immissionswert
		IST	PLAN		
Staubniederschlag	mg/(m²*d)	2,33 1)	2,33 1) **5,54 2)** **0,77 3)**	10,5	**350**

1) Immissionsbeitrag des Hauptkamins (gesamtes Beurteilungsgebiet)
2) Maximum außerhalb Werksgelände
3) Maximum in angrenzenden Wohngebieten

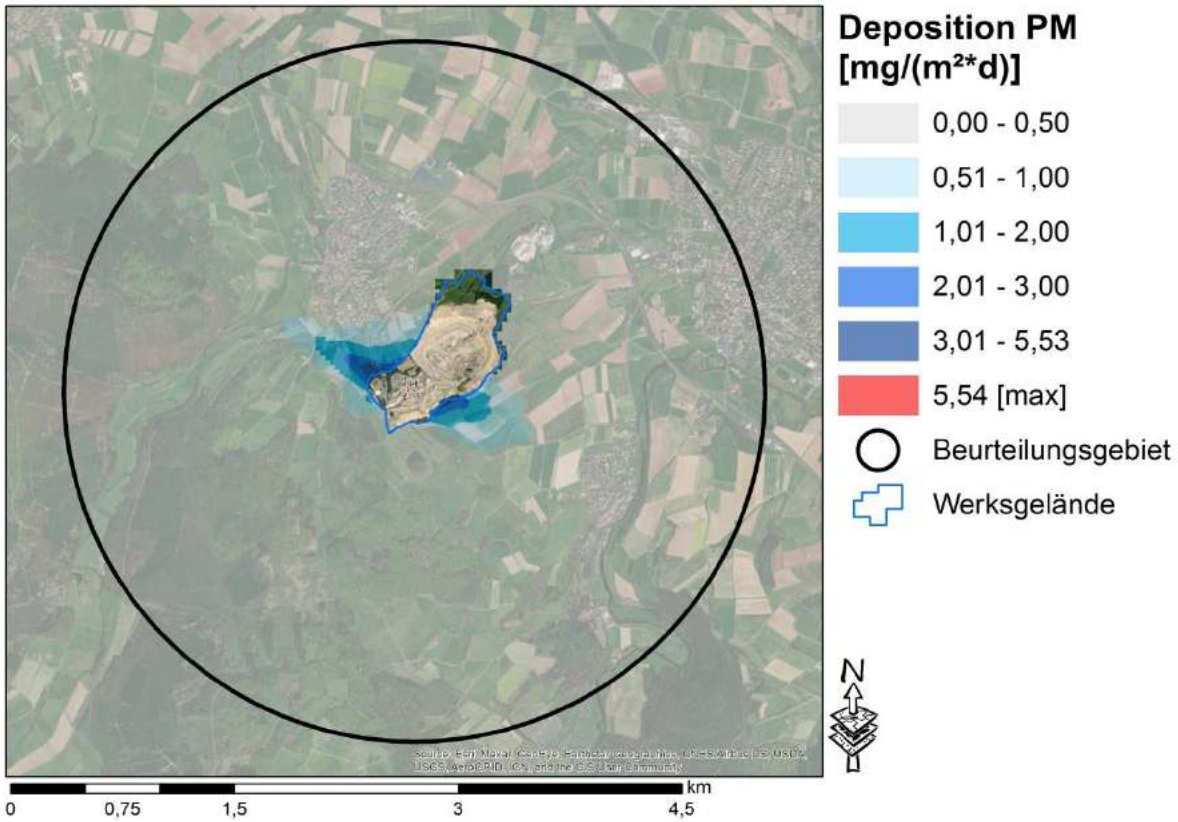


Bild 6-16 **Planzustand:** Flächenhafte Verteilung der Staubdeposition-Zusatzbelastung außerhalb des Werksgeländes im Beurteilungsgebiet (Hauptkamin und 36 Staubnebenquellen)

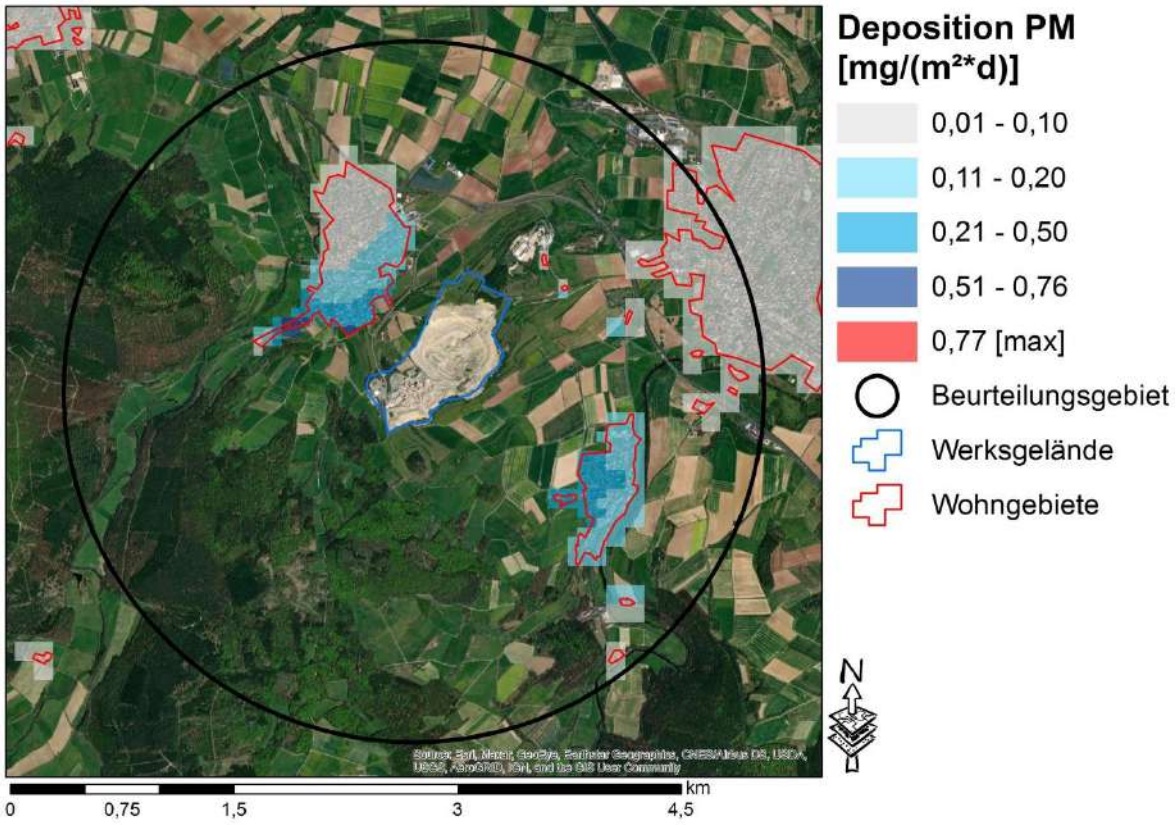


Bild 6-17 **Planzustand**: Flächenhafte Verteilung der Staubdeposition-Zusatzbelastung in den umliegenden Wohngebieten im Beurteilungsgebiet (Hauptkamin und 36 Staubnebenquellen)

6.3.1.16 Schutz vor erheblichen Nachteilen, insbesondere der Vegetation und von Ökosystemen

Zum Schutz vor erheblichen Nachteilen sind in der Nr. 4.4 der TA Luft Immissionswerte für Schwefeldioxid und Stickstoffoxide festgelegt. Der Immissions-Jahreswert für Schwefeldioxid dient dabei insbesondere dem Schutz von Ökosystemen (z. B. Heide, Moor und Wald) und der Immissions-Jahreswert für Stickstoffoxide soll den Schutz der Vegetation (z. B. Baumschulen, Kulturpflanzen) sicherstellen. Der Immissionswert für Fluor dient zum Schutz vor erheblichen Nachteilen. Für die vorgenannten Komponenten sind darüber hinaus Werte für irrelevante Zusatzbelastungen festgelegt. Überschreitet die nach Nummer 4.7 ermittelte Gesamtbelastung für einen der genannten luftverunreinigenden Stoffe an einem Beurteilungspunkt einen Immissionswert, darf die Genehmigung wegen dieser Überschreitung nicht versagt werden, wenn hinsichtlich des jeweiligen Schadstoffes

a) die Kenngröße für die Zusatzbelastung durch die Emissionen der Anlage an diesem Beurteilungspunkt die Werte für irrelevante Zusatzbelastungen - gerechnet als Mittelwert für das Jahr - nicht überschreitet,

b) durch eine Bedingung sichergestellt ist, dass in der Regel spätestens 6 Monate nach Inbetriebnahme der Anlage solche Sanierungsmaßnahmen (Beseitigung, Stilllegung oder Änderung) an bestehenden Anlagen des Antragstellers oder Dritter durchgeführt sind, die die Einhaltung der genannten Immissionswerte gewährleisten,

c) durch Maßnahmen im Rahmen eines Luftreinhalteplanes die Einhaltung der Immissionswerte nach einer Übergangsfrist zu erwarten ist oder

d) für die in Tabelle 5 genannten Stoffe und Stoffgruppen eine Sonderfallprüfung nach Nummer 4.8 ergibt, dass wegen besonderer Umstände des Einzelfalls keine erheblichen Nachteile hervorgerufen werden können.

Nachfolgend sind die Immissionsbeiträge in Ist- und Planzustand für die vorgenannten Komponenten dargestellt (**Tabelle 6-19**). Die Protokolldateien der Ausbreitungsrechnungen können im Anhang, Kapitel 9.4 - 9.6 eingesehen werden. Die Ergebnisse zeigen, dass die Werte für die irrelevante Zusatzbelastung zum Schutz vor erheblichen Nachteilen (TA Luft Nr. 4.4) ohnehin im gesamten Beurteilungsgebiet durch die maximalen Immissionsbeiträge der Drehofenanlage in Ist- und Planzustand deutlich unterschritten werden. Für SO_2 und NO_x reduzieren sich die Werte sogar deutlich.

Tabelle 6-19 Immissionsbeiträge der Drehofenanlage in Ist- und Planzustand und Bewertung im Hinblick auf den Schutz von Vegetation und Ökosystemen

Komponente	Einheit	Immissionsbeitrag		Irrelevante Zusatzbelastung	Immissionswert
		IST	PLAN		
SO_2	µg/m³	**0,662**	**0,112**	2	**20** (Ökosysteme)
NO_x	µg/m³	**0,782**	**0,456**	3	**30** (Vegetation)
HF	µg/m³	**0,003**	**0,003**	0,04	**0,4** (Schädigung sehr empfindlicher Tiere, Pflanzen und Sachgüter)

6.3.1.17 Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Schadstoffdeposition

Zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen und Bodenveränderungen durch Schadstoffdeposition sind in der Nr. 4.5.1 der TA Luft Immissions-Jahreswerte für bestimmte Komponenten festgelegt. Überschreitet die nach Nummer 4.7 ermittelte Gesamtbelastung für einen genannten luftverunreinigenden Stoffe an einem Beurteilungspunkt einen Immissionswert oder sind die in Nummer 4.5.1 genannten Prüf- und Maßnahmenwerte überschritten, darf die Genehmigung wegen dieser Überschreitung nicht versagt werden, wenn hinsichtlich des jeweiligen Schadstoffes

a) die Kenngröße für die Zusatzbelastung für die Deposition durch die Emissionen der Anlage an keinem Beurteilungspunkt mehr als fünf Prozent des jeweiligen Immissionswertes in Tabelle 6 beträgt,

b) durch eine Bedingung sichergestellt ist, dass in der Regel spätestens sechs Monate nach Inbetriebnahme der Anlage solche Sanierungsmaßnahmen (Beseitigung, Stilllegung oder Änderung) an bestehenden Anlagen des Antragstellers oder Dritter durchgeführt sind, die die Einhaltung der in der Nummer 4.5.1 Buchstabe a und b genannten Voraussetzungen gewährleisten,

c) durch Maßnahmen im Rahmen eines Luftreinhalteplanes die Einhaltung des Immissionswertes oder des Prüf- oder Maßnahmenwertes nach einer Übergangsfrist zu erwarten ist oder

d) eine Sonderfallprüfung nach Nummer 4.8 ergibt, dass wegen besonderer Umstände des Einzelfalls keine schädlichen Umwelteinwirkungen einschließlich schädlicher Bodenveränderungen hervorgerufen werden können.

In der nachfolgenden **Tabelle 6-20** sind die berechneten Immissionsbeiträge den jeweiligen Schutzstandards gegenübergestellt. Die Protokolldateien der Ausbreitungsrechnungen können im Anhang, Kapitel 9.4 - 9.6 eingesehen werden. Für alle Komponenten ergeben sich aufgrund der Berücksichtigung des nassen Anteils an der Deposition (Auswaschung durch Regen) im Ausbreitungsmodell hohe maximale Depositionsbeiträge (nicht in der Tabelle aufgeführt), die allerdings ausschließlich in unmittelbarer Quellnähe auf dem Werksgelände auftreten und nur wenige Rechengitterzellen betreffen.

Dies hängt hauptsächlich damit zusammen, dass das Rechen-Modell AUSTAL die nassen Depositionen quellnah überschätzt, da beispielsweise eine Verdriftung von Regentropfen nicht im Modell berücksichtigt ist. Die damit verbundene lineare senkrechte Auswaschung der wasserlöslichen Komponenten in Zeiten mit Niederschlag bewirkt im Rechen-Modell eine künstliche Aufkonzentration der Partikel in Kaminnähe, die nicht der Realität entspricht und umso größer wird, je feiner die Maschenweite für das Rechengitter um den Kamin gewählt wird. Aus diesem Grund wurde im Hinblick auf die Bewertung hinsichtlich Irrelevanz der jeweilige maximale Beitrag außerhalb des Werksgeländes bestimmt sowie der maximale Beitrag in den Wohngebieten (beurteilungsrelevant im Hinblick auf das Schutzgut *Mensch* bzw. die Nachbarschaft). Für die Bewertung wurden durchgängig die niedrigsten Schutzstandards der TA Luft Nr. 4.51 herangezogen, die laut Nr. 4.8 TA Luft für Wohngebiete und Kinderspielflächen gelten. Eine gesonderte Auswertung der Depositionen auf Ackerböden und Grünland im Beurteilungsgebiet (Sonderfallprüfung nach Nr. 4.8 TA Luft) wurde nicht vorgenommen.

Die Ergebnisse zeigen, dass der Immissionsbeitrag (Deposition) für die Komponenten Arsen, Blei, Cadmium, Nickel und PCDD/F überall außerhalb des Werksgeländes und insbesondere in den umliegenden Wohngebieten sowohl in Ist- als auch in Planzustand als irrelevant zu bewerten ist. Für Quecksilber und Thallium (Ist- und Planzustand) überschreitet der jeweils maximale Immissionsbeitrag außerhalb des Werksgeländes geringfügig die 5 %-Irrelevanzschwelle vom jeweiligen Schutzstandard. Die Bereiche, auf denen die Beiträge leicht über der Irrelevanz liegen, sind aber nur kleinflächig (für Quecksilber in **Bild 6-18** [Istzustand] und **Bild 6-19** [Planzustand] dargestellt) und betreffen keine bewohnten Gebiete oder Kinderspielflächen. In den nächstgelegenen Wohngebieten (= beurteilungsrelevante Immissionsorte) unterschreiten die berechneten Depositionsbeiträge sowohl für Quecksilber als auch für Thallium in Ist- und Planzustand die jeweiligen Irrelevanzschwellen der TA Luft.

Tabelle 6-20 Schadstoffdepositionsbeitrag der Drehofenanlage und Bewertung im Hinblick auf den Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen

Komponente	Einheit	Immissionsbeitrag		5 %- Irrelevanz-schwelle	Immissionswert TA Luft
		IST	PLAN		
As	µg/(m²*d)	0,033 1) **0,006** 2)	0,025 1) **0,004** 2)	0,2	**4**
Pb	µg/(m²*d)	0,300 1) **0,053** 2)	0,288 1) **0,050** 2)	5	**100**
Cd	µg/(m²*d)	0,010 1) **0,002** 2)	0,012 1) **0,002** 2)	0,1	**2**
Ni	µg/(m²*d)	0,057 1) **0,010** 2)	0,057 1) **0,010** 2)	0,75	**15**
Hg	µg/(m²*d)	0,140 1) **0,025** 2)	0,135 1) **0,023** 2)	0,05	**1**
Tl	µg/(m²*d)	0,120 1) **0,021** 2)	0,118 1) **0,020** 2)	0,1	**2**
Tl 3)	µg/(m²*d)	0,125 1) **0,021** 2)	0,125 1) **0,021** 2)	0,1	**2**
PCDD/F	pg/(m²*d)	0,260 1) **0,046** 2)	0,250 1) **0,043** 2)	0,45	**9**

*Depositionswerte als Anhaltspunkte für die Sonderfallprüfung

1) Maximum außerhalb Werksgelände

2) Maximum in angrenzenden Wohngebieten (= beurteilungsrelevant im Hinblick auf das Schutzgut Mensch)

3) Berechnete Deposition bei Ausschöpfung des Einzelgrenzwertes für Thallium

Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass - im Sinne einer konservativen Vorgehensweise - nicht die vorhabenbedingte Zusatzbelastung (Immissionsbeitrag der Drehofenanlage im Planzustand abzüglich Immissionsbeitrag der Drehofenanlage im Istzustand) bewertet wurde, sondern jeweils die Gesamtzusatzbelastung. Faktisch bewegt sich die vorhabenbedingte Zusatzbelastung in einem sehr geringen Bereich um „Null“, da sich zukünftig lediglich die prozentuale Aufteilung der Spurenelemente (am gleichbleibenden Summengrenzwert) ein wenig ändert und das Maximum der trockenen Deposition durch die geringfügig veränderte Abgasfahnencharakteristik (höhere Austrittsgeschwindigkeit) im Beurteilungsgebiet leicht verschoben ist.

Aus gutachterlicher Sicht sind mit dem beantragten Vorhaben deshalb keine schädlichen Umwelteinwirkungen durch Schadstoffdepositionen verbunden.

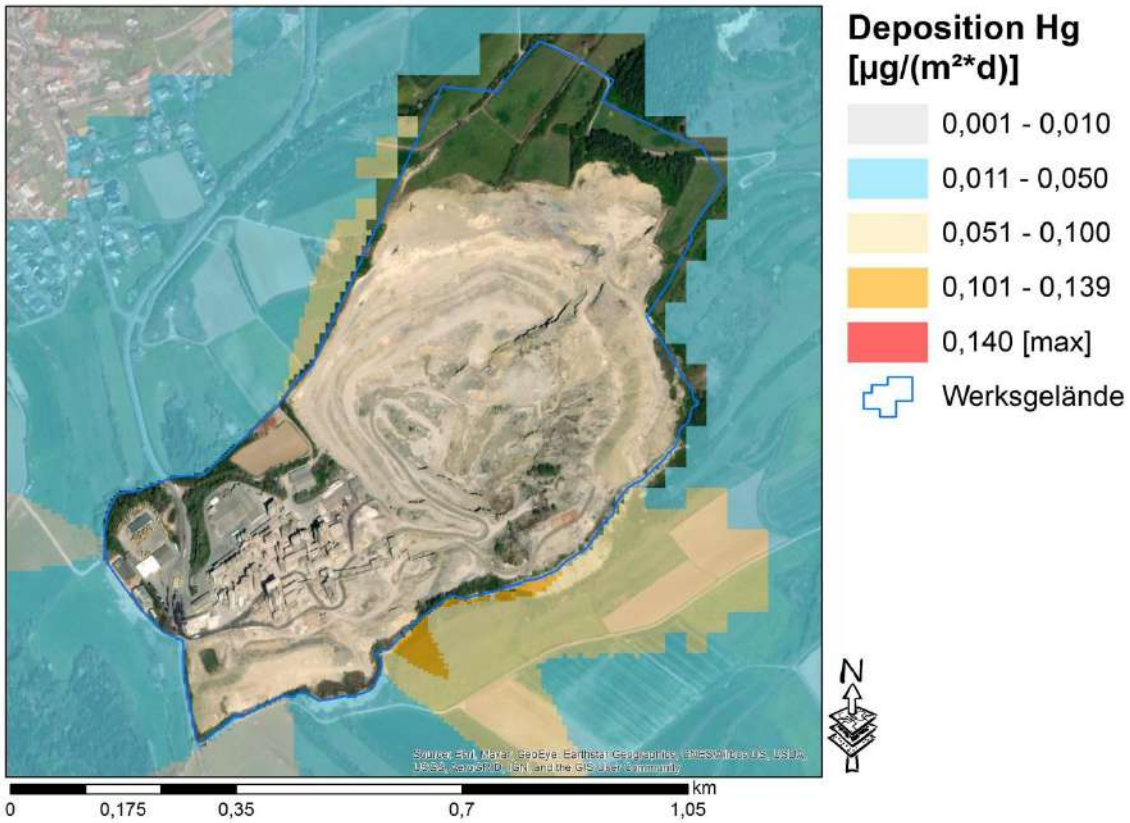


Bild 6-18 **Istzustand:** Flächenhafte Verteilung der Hg-Depositionsbeiträge außerhalb des Werksgeländes

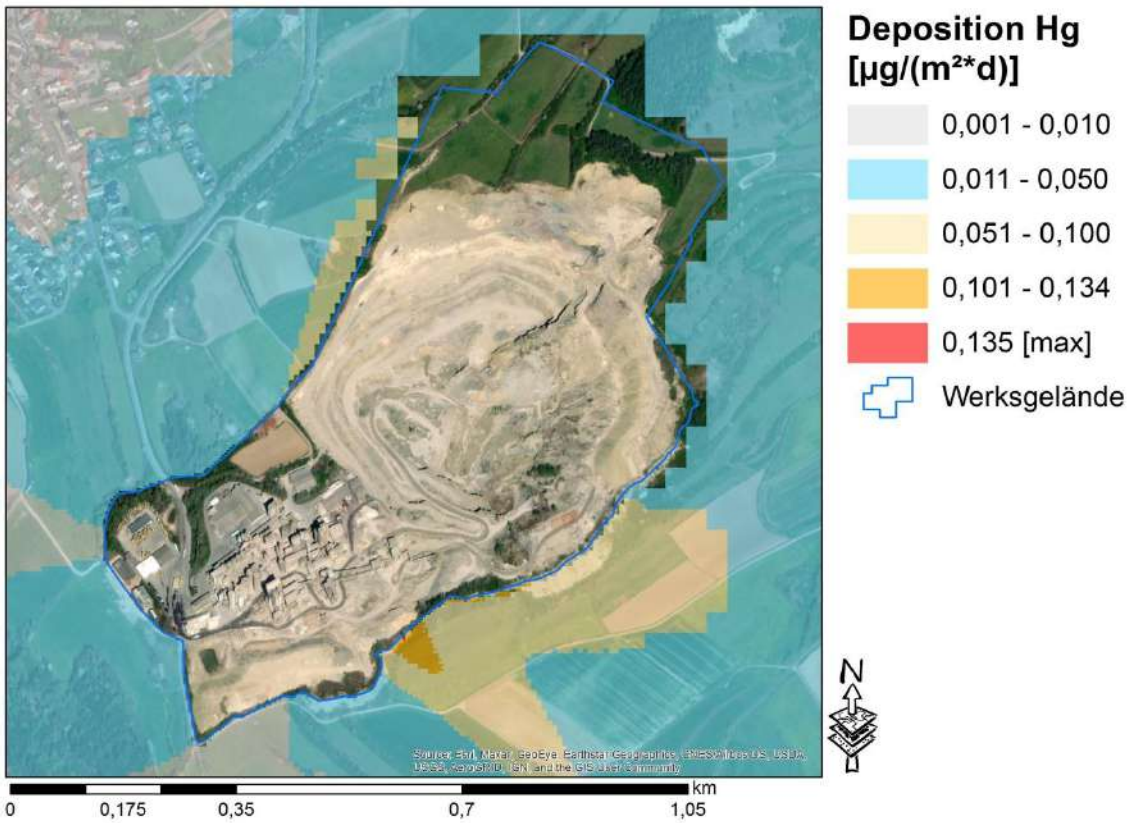


Bild 6-19 **Planzustand:** Flächenhafte Verteilung der Hg-Depositionsbeiträge außerhalb des Werksgeländes

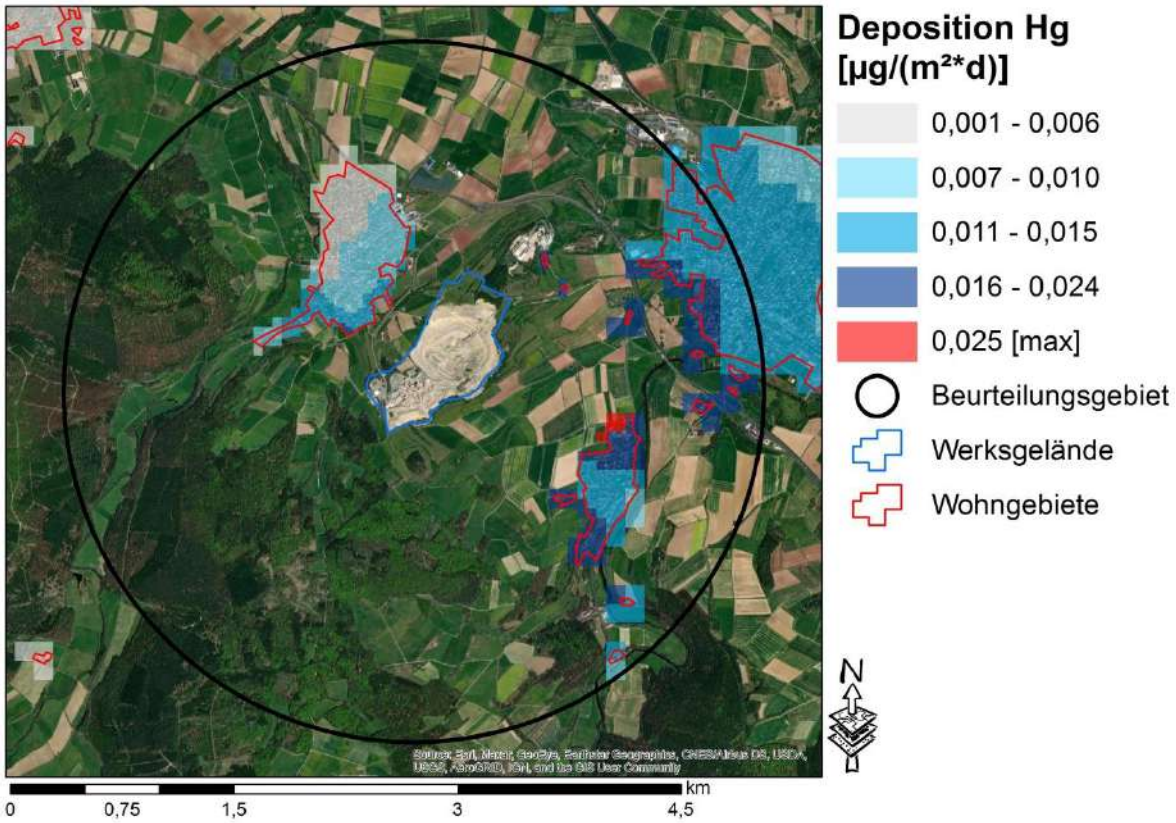


Bild 6-20 **Istzustand:** Flächenhafte Verteilung der Hg-Depositionsbeiträge in den Wohngebieten innerhalb des Beurteilungsgebietes

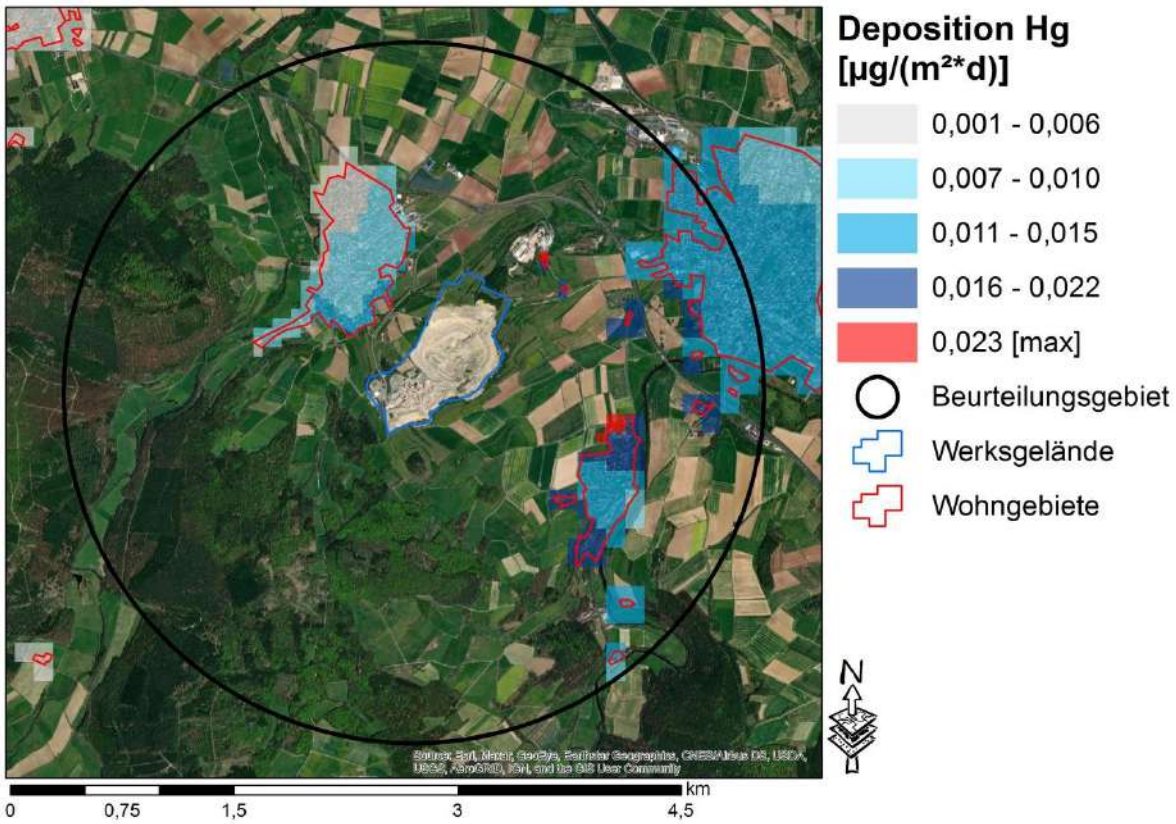


Bild 6-21 **Planzustand:** Flächenhafte Verteilung der Hg-Depositionsbeiträge in den Wohngebieten innerhalb des Beurteilungsgebietes

6.3.2 Ermittlung der vorhabenbedingten Stoffeinträge (Stickstoff und Säure)

Im Umkreis der Anlage der Fa. Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG befinden sich naturschutzrechtlich besonders geschützte Gebiete, die sogenannten FFH (Flora-Fauna-Habitat) - Schutzgebiete (siehe Kapitel 3.1.2). Stickstoff- und Schwefel- bzw. Säureeinträge in diese Gebiete werden im Rahmen von sogenannten FFH-Vor- und Verträglichkeitsprüfungen gesondert bewertet. Stickstoffeinträge ergeben sich durch die Emissionen / Immissionen von NO, NO_2 und NH_3 und Säureeinträge durch die Emissionen / Immissionen von NO, NO_2, NH_3 und SO_2. In der TA Luft sind in Anhang 8 [9] Abschneidekriterien für Stickstoff- und Säureeinträge in diese Gebiete festgelegt. Unterschreiten die Einträge einer Anlage diese Werte ist keine weitergehende Prüfung der FFH-Verträglichkeit erforderlich. Werden sie überschritten, müssen weitergehende Prüfschritte erfolgen.

Folgende Abschneidekriterien im Hinblick auf Stoffeinträge sind in der TA Luft festgelegt:

- für eutrophierende Stickstoffeinträge 0,3 kg N/(ha*a) und
- für versauernde Stoffeinträge 40 eq (N+S)/(ha*a).

Im Rahmen der Ausbreitungsrechnung für Luftschadstoffe mit dem Programm AUSTAL wurden auch die trockenen und nassen Depositionen für stickstoff- und säurebildenden Komponenten auf Basis der in **Tabelle 6-10** angegebenen Emissionsmassenströme für NO, NO_2, SO_2 und NH_3 berechnet. Im Berechnungsprogramm entsprechende Auswaschkoeffizienten sowie Depositionsgeschwindigkeiten für diese Stoffe standardmäßig hinterlegt (siehe **Tabelle 6-21**).

Tabelle 6-21 Zugrunde gelegte Parameter zur Berechnung der Stickstoff- und Säureeinträge mit dem Programm AUSTAL (Standards-Settings-Datei)

	Einheit	NO_2	NO	NH_3	SO_2
Depositionsgeschwindigkeit v_d	m/s	0,003	0,0005	0,010	0,010
Auswasch-Faktor Λ	1/s	$1,0*10^{-7}$	0	$1,2*10^{-4}$	$2,0*10^{-5}$
Auswasch-Exponent κ	-	1,0	1,0	0,6	1,0

Mit AUSTAL werden zunächst die Deposition an NO_2, NO, NH_3 und SO_2 in kg/(ha*a) berechnet (F_{NO2}, F_{NO}, F_{NH3}, F_{SO2}) und im Rechenprotokoll ausgewiesen. Die Berechnung des Gesamtstickstoffeintrags F_N für jeden Beurteilungspunkt im Rechengebiet muss anschließend entsprechend nachfolgender Formel vorgenommen werden:

$$\mathbf{F_N = (14/46)*F_{NO2} + (14/30)*F_{NO} + (14/17)*F_{NH3}}$$

Zur Berechnung des Säureeintrags werden sogenannte Säureäquivalente (Summe S + N = S_{eq}) entsprechend nachfolgender Formel für jeden Aufpunkt im Rechengebiet berechnet:

$$\mathbf{S_{eq} = [(1\ eq/46\ g)*F_{NO2} + (1\ eq/30\ g)*F_{NO} + (1\ eq/17\ g)*F_{NH3} + (2\ eq/64\ g)*F_{SO2}]*1.000}$$

Dabei wird angenommen, dass beim Bodeneintrag von NO_2, NO, NH_3 und SO_2 diese Komponenten zu Schwefelsäure (H_2SO_4) und Salpetersäure (HNO_3) oxidiert werden und ein Salpetermolekül ein H^+-Ion und ein Schwefelmolekül zwei H^+-Ionen bereitstellen. Das Säureäquivalent S_{eq} entspricht der Molanzahl der H^+-Ionen. Betrachtet man den Eintrag von Gesamtstickstoff F_N und Gesamtschwefel F_S, so entspricht ein Säureäquivalent S_{eq} 16 g Sulfatschwefel oder 14 g Nitrat- oder Ammoniumstickstoff.

Die Stickstoffdeposition wird nachfolgend in der Einheit kg/(ha*a) angegeben und der Eintrag von Säureäquivalenten in der Einheit S_{eq}/(ha*a).

Die berechneten Stoffeinträge für den Ist- und Planzustand sind in **Tabelle 6-22** dargestellt. In der Tabelle sind zunächst die Depositionsmaxima für jede Komponente einzeln dargestellt. Die jeweiligen Maxima treten aber an unterschiedlichen Stellen im Untersuchungsgebiet auf. Um den maximalen

Gesamtstickstoffeintrag für jeden Beurteilungspunkt und insbesondere in den FFH-Gebieten zu ermitteln, wurde deshalb in einem ersten Schritt der Gesamt-Eintrag für jeden Beurteilungspunkt wie zuvor beschrieben, ermittelt und anschließend werden in einem zweiten Schritt die jeweils höchsten Einträge in den FFH-Gebieten ermittelt.

Tabelle 6-22 Berechnete Stoffeinträge in Ist- und Planzustand

			ISTZUSTAND	PLANZU-STAND	Differenz
Maximalwert Prognose	NO NO_2 NH_3 SO_2	kg/(ha*a) kg/(ha*a) kg/(ha*a) kg/(ha*a)	0,078 0,046 113,1 66,5	0,046 0,027 56,54 16,63	
Gesamt-N-Eintrag		kg/(ha*a)	93,2	46,6	
Gesamt-N-Eintrag FFH		kg/(ha*a)	**1,07**	**0,52**	**- 51 %**
Gesamt-Säure-Eintrag		S_{eq}/(ha*a)	8.733	3.846	
Gesamt-Säure-Eintrag FFH		S_{eq}/(ha*a)	**124,3**	**44,7**	**- 64 %**

Das Maximum des Stickstoffeintrags wird im Wesentlichen durch die nasse Deposition von NH_3 bestimmt und tritt unmittelbar in Quellnähe auf. NH_3 hat im Gegensatz zu NO_2 und NO eine sehr gute Wasserlöslichkeit. Die Abgasfahne weist zudem in Quellnähe eine geringe Fahnenaufweitung auf und beinhaltet entsprechend hohe Konzentrationen. Im Falle von Niederschlag wird der wasserlösliche Anteil direkt ausgewaschen und niedergeschlagen. In größerer Entfernung zur Emissionsquelle dominiert die (geringere) trockene Deposition. Hier sind die unterschiedlichen Depositionsgeschwindigkeiten der Komponenten SO_2, NO_2 und NO für die Höhe der jeweils (trockenen) Deposition ausschlaggebend. Dementsprechend nimmt die Dimension der Stoffeinträge mit zunehmendem Abstand zum Anlagenstandort deutlich ab.

Beurteilungsrelevant sind ausschließlich die jeweiligen Stoffeinträge in die umliegenden FFH-Gebiete, die ebenfalls in **Tabelle 6-22** dargestellt sind. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Stoffeinträge zukünftig aufgrund der geplanten Grenzwertabsenkungen für NO_x, NH_3 und SO_2 deutlich verringern und sich somit insgesamt eine negative vorhabenbedingte Zusatzbelastung ergibt. Im Hinblick auf die Stickstoffeinträge werden die Einträge halbiert und im Hinblick auf die Säureeinträge reduzieren sich die Einträge zukünftig sogar um knapp zwei Drittel.

Die flächenhafte Verteilung der Stoffeinträge in Ist- und Planzustand ist auf den nachfolgenden Seiten (**Bild 6-22 – Bild 6-25**)

Da durch die geplanten Maßnahmen keine zusätzlichen Stoffeinträge in FFH-Gebiete generiert werden, sondern im Gegenteil die Einträge weiter deutlich reduziert werden, sind somit keine weiteren Prüfschritte im Hinblick auf eine FFH-Verträglichkeit erforderlich bzw. ist das geplante Vorhaben mit den entsprechenden Modernisierungsmaßnahmen als vorteilhaft für das Schutzgut *Tiere, Pflanzen und die biologische Vielfalt* zu bewerten.

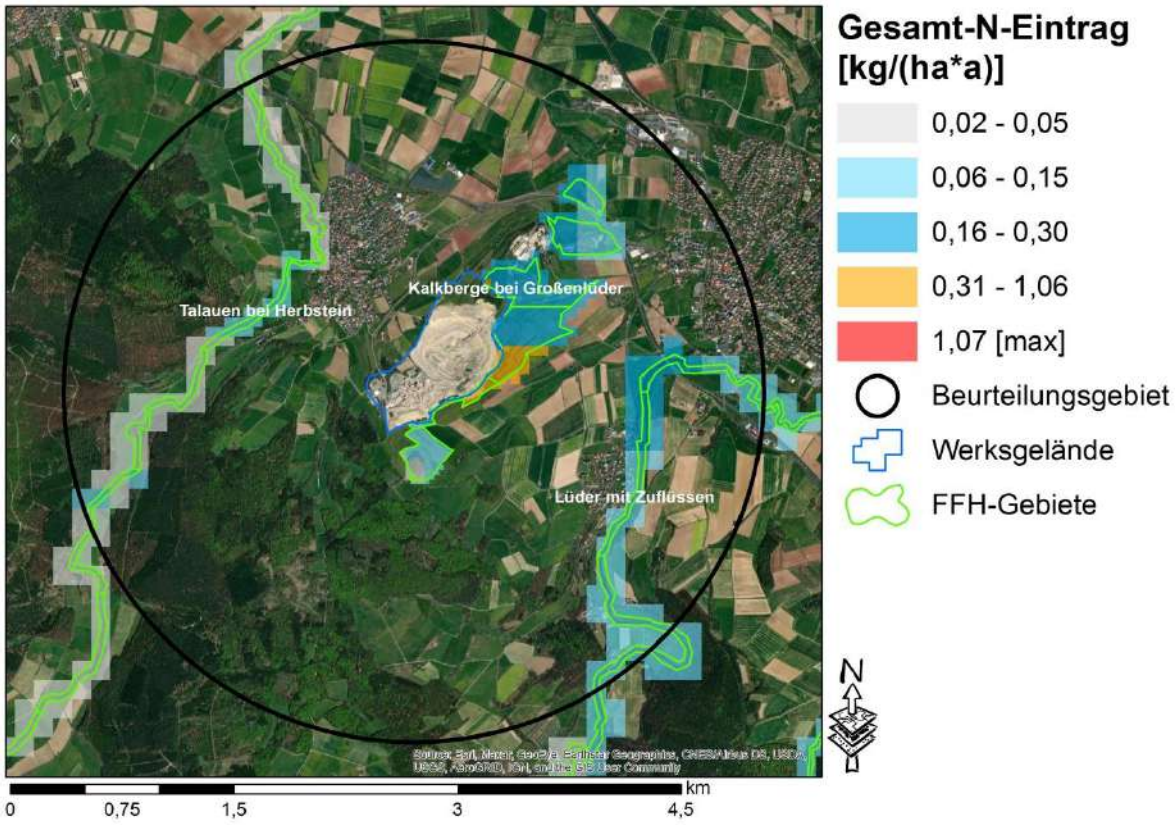


Bild 6-22 **Istzustand:** Gesamt-Stickstoffeintrag in umliegende FFH-Gebiete

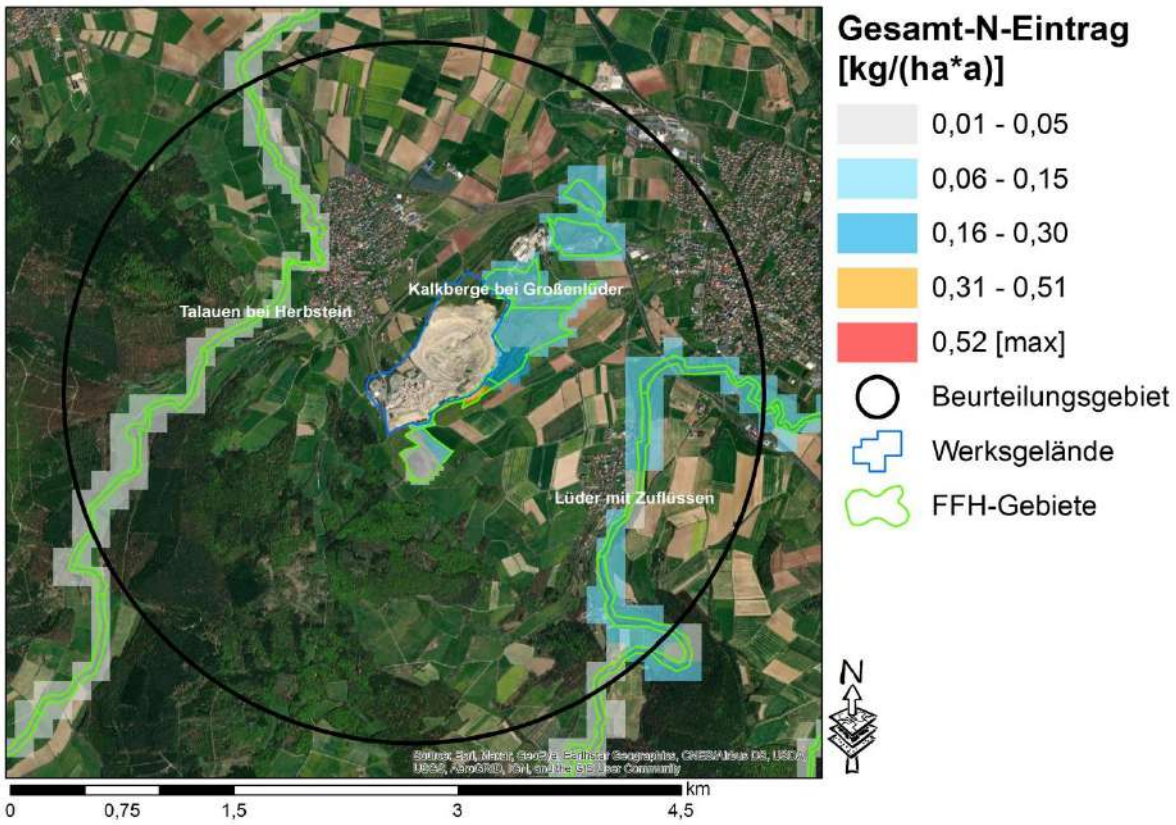


Bild 6-23 **Planzustand:** Gesamt-Stickstoffeintrag in umliegende FFH-Gebiete

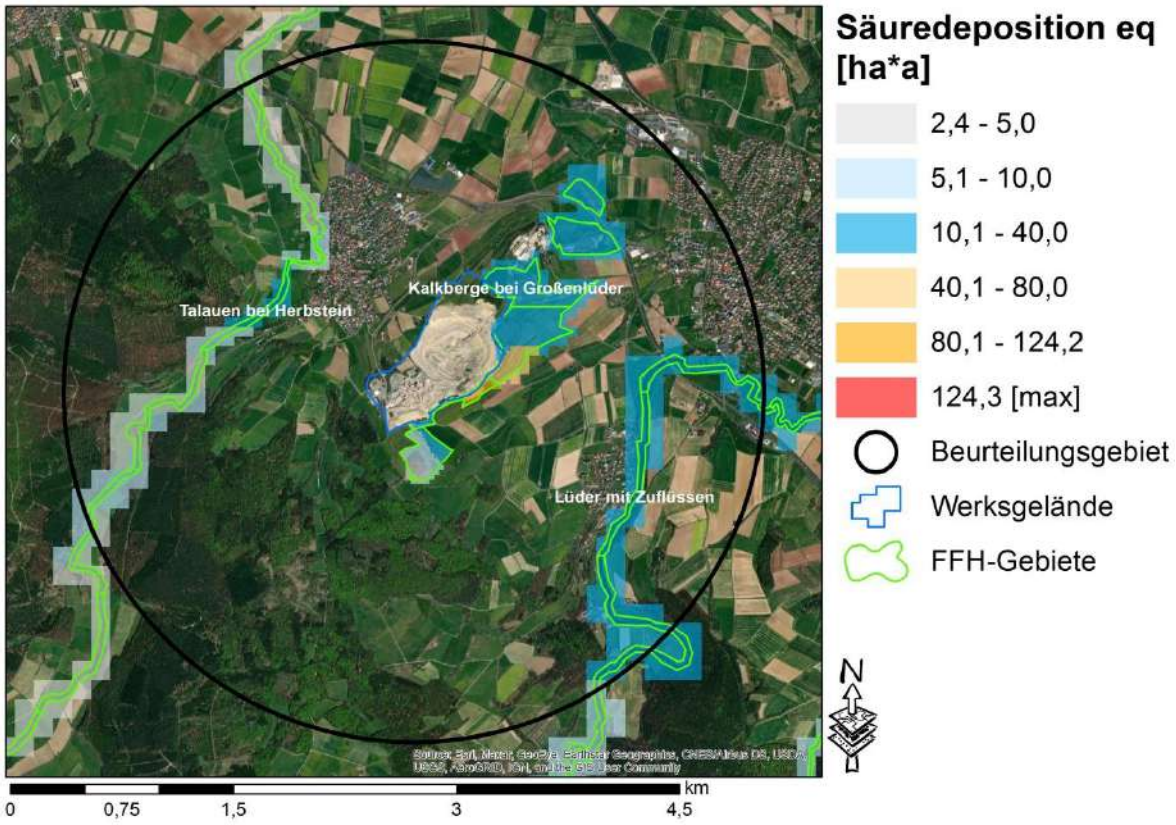


Bild 6-24 **Istzustand:** Gesamt-Säure-Eintrag in umliegende FFH-Gebiete

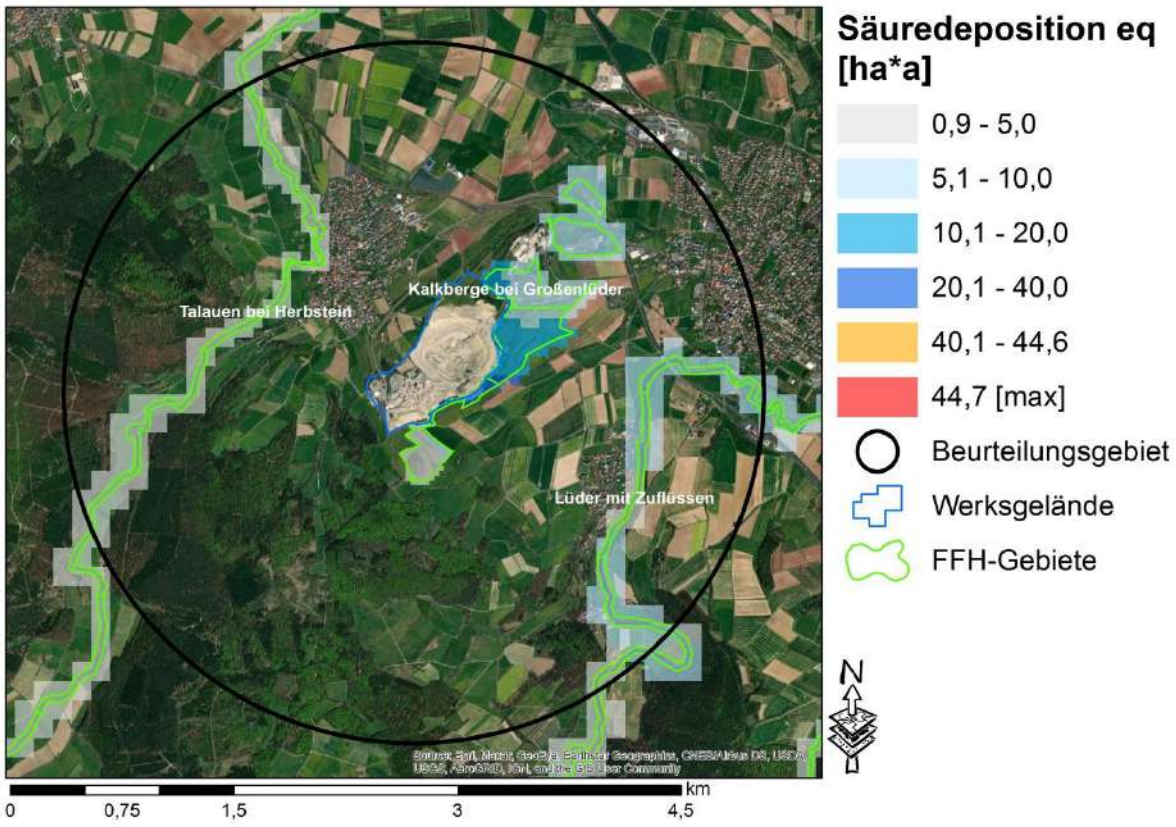


Bild 6-25 **Planzustand:** Gesamt-Säure-Eintrag in umliegende FFH-Gebiete

7 Schlussfolgerungen / Zusammenfassung

Die Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG betreibt am Standort Großenlüder-Müs eine Drehofenanlage zur Herstellung von Zementklinker. Das Unternehmen plant nun umfangreiche Modernisierungsmaßnahmen an der Zementdrehofenanlage, die nachhaltig zu einer weiteren Verbesserung der Umweltsituation am Standort und zum Klimaschutz beitragen. Konkret sind insbesondere folgende Maßnahmen geplant:

- **Emissionsminderung**: Errichtung und Betrieb einer innovativen „HGF-SCR-Anlage“ (HGF-SCR: Heißgasfilter-Selective Catalytic Reduction) zur prozessintegrierten Staubabscheidung im Heißgasbereich und katalytischen Abgasreinigung zur Emissionsminderung
- **Grenzwertabsenkung**: Verzicht auf die rohstoffbedingten Ausnahmen bei den Emissionsgrenzwerten für Schwefeloxide (SO_2) und Ammoniak (NH_3)
- **Ressourcenschonung bei der Klinkerherstellung**: Weiterer Verzicht auf fossile Energieträger durch Erhöhung der Ersatzbrennstoffrate von derzeit 60 auf bis zu 100 % der Feuerungswärmeleistung des Ofens
- **Ressourcenschonung bei der Zementherstellung:** Erhöhung des Einsatzes von Hüttensand und Hüttensandmehl aus externer Lieferung einschließlich der Lagerung in Summe auf bis zu 25.000 t/a und Trocknung von bis zu 10.000 t/a Hüttensand in einer Trockentrommel
- **Klimaschutz:** Veränderung des bisher genehmigten Brennstoffmix durch Verzicht auf Flugasche und ölverunreinigte Bleicherde und Antrag auf Einsatz von Holzspänen zusätzlich zu den bereits genehmigten Brennstoffen Fluff, Tiermehl und Trockenklärschlamm, als nahezu vollständig biomassehaltiger und damit CO_2-neutraler Brennstoff
- **Kreislaufentlastung**: Errichtung und Betrieb einer Anlage zur Kreislaufentlastung für Chloride und Schwefel vor dem Hintergrund der geplanten Erhöhung des Anteils von Ersatzbrennstoffen aus Biomasse und Förderung und Lagerung des Vorwärmerkalks aus der Anlage in bestehenden betrieblichen Silos
- **Brennstoffdosierung:** Errichtung und Betrieb einer weiteren sogenannten Walking-Floor-Anlage inklusive Blasleitung zum Ofenkopf präzisen Einbringung von Brennstoff in den Prozess

Die Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG beauftragte die VDZ Technology gGmbH mit der Durchführung einer Umweltverträglichkeitsvorprüfung des Vorhabens. Sie soll der zuständigen Genehmigungsbehörde als Grundlage zur Entscheidung über die UVP-Pflicht des Vorhabens dienen. Bei der Vorprüfung sind auch frühere Änderungen oder Erweiterungen des UVP-pflichtigen Vorhabens einzubeziehen, für die keine Umweltverträglichkeitsprüfung durchgeführt wurde. Für den Standort wurde im Jahr 2008 bereits eine ausführliche Umweltverträglichkeitsuntersuchung (UVU) durchgeführt, im Zusammenhang mit der Erhöhung der Ersatzbrennstoffeinsatzrate auf bis zu 60 % der Feuerungswärmeleistung des Ofens. Die Ergebnisse der damaligen UVU sowie die seither durchgeführten genehmigten Änderungen an der Anlage wurden deshalb im Rahmen dieser Vorprüfung entsprechend berücksichtigt.

Mit dem Vorhaben ist keine Leistungssteigerung oder flächenhafte Erweiterung der Anlage verbunden. Die geplanten Änderungen haben im Wesentlichen Auswirkungen auf die Emissionen über den Luftpfad, die deshalb im Fokus dieser Vorprüfung stehen. Über den Luftpfad können sich Auswirkungen auf die Schutzgüter *Mensch*, *Tiere, Pflanzen, biologische Vielfalt*, *Fläche und Boden* sowie *Luft* und *Klima* ergeben. Da mit der Umsetzung des Vorhabens weitergehende Emissionsminderungen insbesondere für Stickstoffoxide (NO_x), Ammoniak (NH_3) und Schwefeldioxide (SO_2) bewirkt werden, sind die Auswirkungen diesbezüglich als positiv zu beurteilen. In **Tabelle 7-1** sind die Auswirkungen des beantragten Vorhabens auf die einzelnen Schutzgüter vorab zusammenfassend dargestellt.

Tabelle 7-1 Zusammenfassende Darstellung und Bewertung der geplanten Modernisierungsmaßnahmen am Standort der Fa. Otterbein auf die Schutzgüter

Schutzgüter nach UVPG	**Errichtung und Betrieb der HGF-SCR und der Anlage zur Kreislaufentlastung Erweitertes Brennstoffportfolio und Einsatz Ersatzbrennstoffe bis 100 %**	
	Art der Auswirkung [1)]	**Begründung**
Mensch		
Lärm	**0**	Keine relevante zusätzliche Lärmbelästigung durch die neuen Abgasreinigungseinrichtungen; nur geringes zusätzliches LKW-Aufkommen im Bereich der Anlieferung (Eisenoxid, Hüttensand, Walking-Floor-Anlage) von max. 3 LKW
Gerüche	**0**	Keine zusätzlichen Geruchsemissionen /-immissionen durch die neuen Anlagen
Luftschadstoffe	**+ / 0**	Keine zusätzlichen Geruchsemissionen /-immissionen bei Transport und Lagerung Emissionsgrenzwerte werden weiterhin sicher eingehalten: Weitergehende Minderung von Luftschadstoffemissionen /-immissionen (NO_x, SO_2, NH_3) durch die HGF-SCR-Anlage Emissionsniveau für Spurenelemente ändert sich bei erweitertem / veränderten Brennstoffportfolio kaum oder nur geringfügig und wird entsprechend überwacht (Brennstoffanalysen und regelmäßige Emissionsmessungen) und kontrolliert
Tiere, Pflanzen, biologische Vielfalt	**+**	Deutliche Verringerung von Stickstoff- und Säureeinträgen aufgrund der weitergehenden Minderung von Luftschadstoffemissionen (NO_x, SO_2, NH_3)
Fläche und Boden	**0**	Baumaßnahmen finden ausschließlich auf Betriebsgelände statt; keine zusätzliche Flächenversiegelung; Walking-Floor-Anlage wird auf versiegelter Fläche errichtet; kein Eintrag relevanter gefährlicher Stoffe in Boden und Grundwasser
Wasser	**0**	Baumaßnahmen finden ausschließlich auf Betriebsgelände statt; keine zusätzliche Flächenversiegelung; Walking-Floor-Anlage wird auf versiegelter Fläche errichtet; kein Eintrag relevanter gefährlicher Stoffe in Boden und Grundwasser
Luft	**+**	Emissionsgrenzwerte werden weiterhin sicher eingehalten: Weitergehende Minderung von Luftschadstoffemissionen /-immissionen (NO_x, SO_2, NH_3) Emissionsniveau für Spurenelemente ändert sich bei erweitertem / veränderten Brennstoffportfolio kaum oder nur geringfügig und wird entsprechend überwacht (Brennstoffanalysen und regelmäßige Emissionsmessungen) und kontrolliert
Klima	**+**	Möglichkeit zum erweiterten Einsatz von (biomassehaltigen) Ersatzbrennstoffen und damit Schonung fossiler Brennstoffe und weitere Reduktion von CO_2 -Emissionen
Landschaft, kulturelles Erbe und sonstige Sachgüter	**0**	Bauliche Veränderungen auf dem Anlagengelände sind von außerhalb optisch nicht wahrnehmbar

1) Bewertung: 0 (nicht erheblich / keine Auswirkung) + (positive Auswirkung) – (negative Auswirkung)

Aufgrund der zukünftigen Änderungen im Brennstoffportfolio kann sich die Abgaszusammensetzung im Hinblick auf Quecksilber- und Spurenelementemissionen zukünftig geringfügig ändern. Dieser Aspekt wurde im Rahmen ausführlicher Stoffflussanalysen (Emissionsprognosen) untersucht (siehe Kapitel 5.2 und 5.3) und im Rahmen einer Ausbreitungsrechnung für Luftschadstoffe berücksichtigt (Kapitel 6.3). Weiterhin wurde die Schornsteinbauhöhe des Hauptkamins entsprechend der Vorgaben der neuen TA Luft im Hinblick auf die Abgasrandbedingungen im zukünftigen Zustand überprüft. Nachfolgend sind die Ergebnisse dieser Betrachtungen zusammenfassend dargestellt.

Beurteilung der zukünftigen Emissionssituation am Standort

Gesamtstaub:

Es ist zu erwarten, dass die Staubemissionen im Reingas auch zukünftig voraussichtlich deutlich unter dem bereits heute schon geltenden Emissionsgrenzwert von 10 mg/m³ (i. N. tr. bei 10 Vol.-% O_2) liegen werden. Der erweiterte Ersatzbrennstoffeinsatz hat dabei keine nachteiligen Auswirkungen auf das Emissionsniveau für Staub.

Staubinhaltsstoffe:

Im Rahmen einer ausführlichen Stoffflussanalyse für insgesamt neun verschiedene Brennstoffszenarien wurden die Auswirkungen auf das Emissionsniveau für Quecksilber und weitere Spurenelemente untersucht. Für die Roh- und Brennstoffe wurden unter Berücksichtigung der Elementgehalte und der maximalen Einsatzmengen die entsprechenden Spurenelementeinträge in das Ofensystem abgeschätzt. Im Sinne einer Maximalabschätzung wurden separate Prognosen auf Basis mittlerer Gehalte in allen Einsatzstoffen (Rohstoffe, Regelbrennstoffe und Ersatzbrennstoffe) sowie auf Basis mittlerer Gehalte in den Roh- und Regelbrennstoffen und maximaler Gehalte in den Ersatzbrennstoffen für den Ist- und Planzustand durchgeführt.

Die Prognose zeigt, dass sich das Emissionsniveau für Cadmium und Thallium auf Basis mittlerer Spurenelementgehalte in allen Einsatzstoffen auch beim Einsatz von bis zu 100 % Ersatzbrennstoffen nicht wesentlich ändert und für den Summenwert bei etwa 0,005 mg/m³ liegt. Dies entspricht einer Ausschöpfung des Summengrenzwertes von rund 10 %. Werden maximale Spurenelementgehalte in allen Ersatzbrennstoffen zugrunde gelegt, berechnet sich ein Emissionsniveau bis maximal 0,008 mg/m³, auch dieser Summenwert liegt sehr deutlich unterhalb dem Summengrenzwert von 0,05 mg/m³.

Für die weiteren Spurenelemente (As, Co, Ni, Sb, Pb, Cr, Cu, Mn, V, Sn) zeigen die Emissionsprognosen auf Basis mittlerer Spurenelementgehalte in allen Einsatzstoffen, dass gegenüber dem Istzustand das Emissionsniveau in Summe weitgehend unverändert bei ca. 0,07 – 0,08 mg/m³ bleibt. Dies ist auch dann der Fall, wenn bis zu 100 % Ersatzbrennstoffe eingesetzt werden. Der Summengrenzwert wird nur zu rund 16 % ausgeschöpft. Werden maximale Spurenelementgehalte in allen Ersatzbrennstoffen berücksichtigt, berechnet sich ein etwas höheres Emissionsniveau bis maximal 0,13 mg/m³ (gegenüber 0,09 mg/m³ im Istzustand), auch dieser Summenwert liegt deutlich unterhalb dem Summengrenzwert von 0,5 mg/m³ und entspricht einer Grenzwertausschöpfung von 26 %.

Der Summengrenzwert für As, Cd, Co, Cr wird in den Szenarien mit mittleren Spurenelementgehalten in allen Einsatzstoffen sowohl im Ist- als auch im Planzustand zu rund 10 % ausgeschöpft. Das mittlere Emissionsniveau auf Basis der Prognosen liegt bei 0,005 mg/m³. Werden maximale Spurenelementgehalte in den Ersatzbrennstoffen berücksichtigt, steigt das Emissionsniveau geringfügig an von 0,006 auf maximal 0,009 mg/m³.

Das Element Quecksilber neigt aufgrund seiner Flüchtigkeit in Drehofenanlagen der Zementindustrie zur Kreislaufbildung, wenn nicht durch geeignete verfahrenstechnische Maßnahmen eine Anreicherung im Ofensystem ausgeschlossen wird. Die Emissionsprognosen auf Basis mittlerer Spurenelementgehalte in allen Einsatzstoffen zeigen, dass sich das Emissionsniveau sowohl für den Ist- als den Planzustand im Bereich von 0,007 – 0,008 mg/m³ (i. N. tr. bez. 10 Vol.-% O_2) bewegt. Rechnerisch könnte es theoretisch bei einem maximalen Einsatz von Trockenklärschlamm zu einer Veränderung des (gegenwärtig niedrigen) Emissionsniveaus für Quecksilber kommen und die Emissionen könnten laut Prognose auf bis zu 0,017 mg/m³ (i. N. tr. bez. 10 Vol.-% O_2) ansteigen. Sie würden aber immer noch deutlich unter dem Emissionsgrenzwert liegen und es ist zu berücksichtigen, dass bei der Prognose noch keine technischen Maßnahmen der Kreislaufentlastung und damit Emissionsminderung berücksichtigt sind. Die Quecksilber-Emissionen werden im Abgas der Zementdrehofenanlage kontinuierlich gemessen und überwacht. Aufgrund der speziellen Abgasführung (durchgehender

Verbundbetrieb mit der Trockentrommel) in Verbindung mit der Ausschleusung von Prozessstäuben ist das Emissionsniveau gegenwärtig auf stabil niedrigem Niveau. Für den Fall, dass über einen längeren Zeitraum eine Erhöhung des durchschnittlichen Emissionsniveaus (unterhalb des Grenzwertes) festgestellt werden sollte, kann durch geeignete Maßnahmen gegengesteuert werden. So bewirkt beispielsweise eine Absenkung der Abgastemperaturen im Bereich der Staubabscheidung auf < 120 °C eine weitergehende Abscheidung des Quecksilbers am Staub. Werden diese Prozessstäube anschließend vermehrt ausgeschleust, können Quecksilber-Kreisläufe gezielt entlastet und damit die Emissionen gemindert werden. Auch der SCR-Katalysator kann die Abscheidung von Quecksilber an Staubpartikeln zukünftig positiv begünstigen. An der Drehofenanlage im Zementwerk Otterbein wird bereits heute zur Entlastung von Quecksilber-Kreisläufen ein Teil des Staubes aus der Entstaubung der Trockentrommel kontinuierlich ausgeschleust. Auch zukünftig kann und soll weiterhin Filterstaub aus der Trockentrommel ausgeschleust werden. Die Menge an ausgeschleustem Staub kann prinzipiell weiter erhöht und über Analysen des Hg-Gehalts im Filterstaub weiter geregelt werden. Unter Berücksichtigung der vorgenannten Maßnahmen und Aspekte ist folglich kein signifikanter Anstieg des gegenwärtig niedrigen Emissionsniveaus für Quecksilber zu erwarten. Dies gilt auch bei etwaigen kurzzeitig erhöhten Quecksilber-Einträgen in das Ofensystem.

Schwefeloxide:

SO_2-Emissionen im Abgas von Zementdrehofenanlagen sind überwiegend rohmaterialbedingt. Ein erhöhter Einsatz von Ersatzbrennstoffen hat dabei in der Regel keine nachteiligen Auswirkungen auf das Emissionsniveau. Die kontinuierlichen Emissionsmessungen im Abgas der Drehofenanlage am Standort Otterbein in den letzten Jahren haben gezeigt, dass das Emissionsniveau generell sehr niedrig ist. Aus diesem Grund verzichtet die Fa. Otterbein zukünftig auf die bislang geltende, rohmaterialbedingte Ausnahme für Schwefeldioxid. Aus gutachtlicher Sicht ist davon auszugehen, dass die nach 17. Bundes-Immissionsschutzverordnung geltenden niedrigeren Emissionsgrenzwerte von 50 mg/m³ (Tagesmittel) und 200 mg/m³ (Halbstundenmittel) zukünftig sicher eingehalten werden.

Stickstoffoxide:

Generell gilt, dass die NO_x-Konzentration im Reingas von Drehofenanlagen der Zementindustrie durch die Wahl der Brennstoffe nur in geringem Maße beeinflusst werden kann. Die Entstehung von NO ist bei Drehofenanlagen der Zementindustrie deshalb in erster Linie auf die thermische NO-Bildung im Bereich der Hauptfeuerung zurückzuführen. Die brennstoffbedingte NO-Bildung durch Oxidation der organischen Stickstoffverbindungen im Brennstoff ist im Vergleich zur thermischen NO-Bildung von geringerer Bedeutung. Zur Minderung der NO_x-Emissionen ist an der Drehofenanlage bisher eine SNCR-Anlage installiert, mit der im Steigschacht des Wärmetauschers über Lanzen 40 %-ige Harnstofflösung in den Abgasstrom eingedüst wird. Damit konnten die NO_x-Konzentrationen im Reingas auf < 200 mg/m³ (i. N. tr. bez. 10 Vol.-% O_2) gemindert werden. Allerdings ist das Emissionsniveau für NH_3 erhöht, da die rohstoffbedingten Emissionen mit der SNCR-Anlage nicht gemindert werden können und aufgrund einer gegebenenfalls nicht vollständig stöchiometrischen Umsetzung des Reduktionsmittels bei hohen Minderungsraten ein NH_3-Schlupf resultieren kann. Mit der neuen HGF-SCR-Anlage soll weiterhin, wie bisher, Harnstofflösung als Reduktionsmittel in den Abgasstrom eingedüst werden. Allerdings erfolgt durch die anschließende Reduktion in der Katalysatoreinheit eine effizientere Umsetzung, was zu niedrigen NO_x-Emissionen bei gleichzeitig niedrigen NH_3-Emissionen führt. Mit der neuen Technologie ist zu erwarten, dass die Emissionsgrenzwerte von 200 mg/m³ im Tages- und 400 mg/m³ im Halbstundenmittel (i. N. tr. bez. 10 Vol.-% O_2) für NO_x zukünftig bei Betrieb der HGF-SCR sicher eingehalten werden.

Ammoniak:

Für gegebenenfalls erhöhte NH_3-Emissionen an Drehofenanlagen der Zementindustrie können zwei Ursachen ausschlaggebend sein: zum einen der NH_3-Gehalt der eingesetzten natürlichen Rohstoffe und zum anderen aus dem Einsatz des ammoniakhaltigen Reduktionsmittels in der SCR- und SNCR-

Anlage (NH_3-Schlupf). Die Art der eingesetzten Brennstoffe hat keinen Einfluss auf das Emissionsniveau von Ammoniak. An der Drehofenanlage im Zementwerk der Fa. Otterbein besteht noch bis Ende 2022 eine rohmaterialbedingte Ausnahme für die Begrenzung NH_3-Emissionen. Mit der geplanten Installation der HGF-SCR-Anlage werden auch rohmaterialbedingte Emissionsspitzen zuverlässig gemindert werden und darüber hinaus erfolgt eine stöchiometrische Umsetzung des Reduktionsmittels. Aus gutachterlicher Sicht ist deshalb zu erwarten, dass die NH_3-Konzentrationen im Reingas zukünftig sicher unter dem beantragten Grenzwert von 30 mg/m³ im Tages- und 60 mg/m³ im Halbstundenmittel (i. N. tr. bez. 10 Vol.-% O_2) liegen werden.

Fluoride und Chloride:

Der erweiterte Ersatzbrennstoffeinsatz hat keine nachteiligen Auswirkungen auf das Emissionsniveau für Fluor und Fluorverbindungen. Auch mit Umsetzung der geplanten Modernisierungsmaßnahmen ist zu erwarten, dass der Emissionsgrenzwert von 1 mg/m³ (i. N. tr. bez. 10 Vol.-% O_2) zukünftig weiterhin sicher unterschritten werden wird.

Erhöhte Chloridanreicherungen können insbesondere bei Drehrohröfen mit Zyklonvorwärmer zu Ansatz- und Ringbildungen im unteren Vorwärmerbereich bzw. am Ofeneinlauf und damit zu Störungen des Ofenbetriebs führen. Da Ersatzbrennstoffe zum Teil etwas höhere Chlorgehalte aufweisen als Regelbrennstoffe (Braun- und Steinkohle), wird der Chloreintrag in das Ofensystem durch deren Einsatz etwas erhöht. Aus diesem Grund wird eine entsprechende Anlage zur Kreislaufentlastung im Bereich des Ofeneinlaufs installiert, mit der die Chlorkreisläufe erfolgreich entlastet werden können.

Emissionsrelevant sind erhöhte Chloridgehalte in den Brennstoffen allerdings nicht. Chlorwasserstoff (HCl) liegt beim Klinkerbrennprozess aufgrund des hohen Überschusses an alkalisch reagierenden Brenngutbestandteilen nicht als stabile Verbindung vor. Daher wird mit dem Ofenabgas kein gasförmiger Chlorwasserstoff emittiert. Auch zukünftig ist deshalb davon auszugehen, dass der Emissionsgrenzwert von 10 mg/m³ (i. N. tr. bez. 10 Vol.-% O_2) sicher eingehalten wird.

Organische Emissionen – Gesamt-C

Die Emissionen an organischen Stoffen, gekennzeichnet durch die Leitkomponente Gesamtkohlenstoff, sind bei Drehofenanlagen der Zementindustrie vorwiegend rohmaterialbedingt und können bei optimierter Verbrennung durch die Art der verwendeten Brennstoffe sowie deren Einsatz an den jeweiligen Stellen des Prozesses nicht beeinflusst werden. Um bei allen Betriebszuständen optimierte Verbrennungsbedingungen sicherzustellen, werden an der Drehofenanlage im Zementwerk Otterbein mittels kontinuierlicher Gasanalyse der Gehalt an Sauerstoff (O_2) und Kohlenmonoxid (CO) im Drehofenabgas gemessen. Zudem wird über elektrische Verriegelungen sichergestellt, dass die Ersatzbrennstoffe nur eingesetzt werden, wenn sich die Ofenanlage im bestimmungsgemäßen Klinkerproduktionsbetrieb befindet und optimierte Verbrennungsbedingungen im Ofenraum herrschen. Die Aufgabe der Ersatzbrennstoffe wird mit der Rohmehlaufgabe so verriegelt, dass sie bei < 22,5 t/h Rohmehlaufgabe abgeschaltet und die Hauptfeuerung ausschließlich mit Regelbrennstoffen weiter betrieben wird.

Die Emissionen an Gesamt-C werden bislang diskontinuierlich überwacht. Zukünftig soll eine kontinuierliche Überwachung erfolgen. Zahlreiche Untersuchungen im Reingas von Drehofenanlagen mit einer SCR-Anlage haben gezeigt, dass mit dem Katalysator als positiver Nebeneffekt auch die Emissionen an Gesamt-C gemindert werden. Insofern ist davon auszugehen, dass der Emissionsgrenzwert von 10 mg/m³ im Tages- und 20 mg/m³ im Halbstundenmittel (i. N. tr. bez. 10 Vol.-% O_2) auch zukünftig sicher eingehalten wird.

Kohlenmonoxid:

Die Konzentration von CO im Abgas von Zementdrehofenanlagen ist im Wesentlichen rohmaterialbedingt. Aufgrund der rohmaterialbedingt höheren Emissionen, wird sich das Emissionsniveau im Abgas der Drehofenanlage auch zukünftig in einer vergleichbaren Größenordnung wie bisher bewegen. Der

erweiterte Einsatz von Ersatzbrennstoffen hat dabei keine nachteiligen Auswirkungen auf die CO-Emissionen im Reingas.

PCDD/F (Dioxine und Furane) sowie weitere toxische organische Inhaltsstoffe:

Die Ergebnisse zahlreicher Messungen, die bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen an Zementdrehofenanlagen durchgeführt wurden, haben gezeigt, dass – unabhängig von der Wahl des eingesetzten Brennstoffs – die gemessenen Konzentrationen von Dioxinen und Furanen im Reingas äußerst gering sind und in der Regel deutlich unterhalb des Grenzwertes von 0,1 ngTE/m³ (i. N. tr. bez. 10 Vol.-% O_2). Auch zukünftig und mit Erweiterung des Einsatzes von Ersatzbrennstoffen sind keine nachteiligen Veränderungen des Emissionsniveaus für PCDD/F zu erwarten. Aus den bisherigen Erfahrungen und zahlreichen Messungen im Reingas von Drehofenanlagen mit SCR-Katalysator ist bekannt, dass dieser als positiver Nebeneffekt zu einer Minderung auch diese Komponenten beiträgt. Insofern könnten die tatsächlichen Emissionen zukünftig sogar noch geringer sein. Dies gilt auch für die Emissionen an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und polychlorierten Chlorbenzolen (PCBz).

Benzol, Benzo(a)pyren und Tetrachlorethen:

Durch den zukünftig geplanten erweiterten Ersatzbrennstoffeinsatz wird sich das Emissionsniveau für Benzol nicht ändern. Da aus zahlreichen Messungen an Drehofenanlagen mit Katalysator bekannt ist, dass dieser als positiver Nebeneffekt auch zur weitergehenden Minderung von Benzol-Emissionen beiträgt, könnten die tatsächlichen Emissionen zukünftig sogar noch geringer sein.

Die Konzentrationen von Benzo(a)pyren sowie Tetrachlorethen liegen im Reingas von Drehofenanlagen der Zementindustrie ohnehin in der Regel immer im Bereich unterhalb der Bestimmungsgrenze des Analysenverfahrens. Der zukünftige erweiterte Einsatz von Ersatzbrennstoffen hat keine nachteiligen Auswirkungen auf das Emissionsniveau der vorgenannten Komponenten.

Auswirkungen auf das Produkt

Die Bewertung der Auswirkungen des veränderten Brennstoffportfolios auf das Zwischenprodukt, den Zementklinker, wurde ebenfalls anhand der Stoffflussanalyse für Spurenelemente vorgenommen. Damit konnte gezeigt werden, dass keine nachteiligen Auswirkungen aufgrund gegebenenfalls erhöhter Spurenelementeinträge in den Klinker mit dem zukünftig geplanten Brennstoffeinsatz verbunden sind. Dies gilt auch für die spätere Nutzungsphase (Zement, Beton, Altbeton). Alle bislang durchgeführten Auslauguntersuchungen im Rahmen von Forschungsprojekten haben gezeigt, dass aus zementgebundenen Baustoffen nur sehr geringe Mengen an Spurenelementen freigesetzt werden. Insgesamt haben zementgebundene Baustoffe unter üblichen Anwendungsbedingungen keine negativen Auswirkungen auf die Umwelt.

Beurteilung der Schornsteinbauhöhe

Die Schornsteinbauhöhe des Hauptkamins der Drehofenanlage wurde letztmalig in 2007 gutachtlich überprüft. Mit Inkrafttreten der neuen TA Luft zum 01.12.2021 haben sich die Vorgaben zur Bestimmung der Schornsteinbauhöhe zum Teil geändert. Darüber hinaus liegt ein neues Programm zur Berechnung der erforderlichen Mindesthöhe in Abhängigkeit vom jeweiligen Schadstoff vor. Aus diesem Grund wurde die Bauhöhe im Rahmen dieser Vorprüfung und im Hinblick auf die zukünftigen Abgasrandbedingungen an der Kaminmündung sowie der beantragten Emissionsgrenzwerte erneut überprüft. Die Berechnungen haben gezeigt, dass die gegenwärtige Schornsteinbauhöhe von 47 Metern aus gutachtlicher Sicht ausreichend hoch ist, um einen ungestörten Abtransport mit der freien Luftströmung zu gewährleisten und eine ausreichende Verdünnung zu ermöglichen.

Beurteilung der zukünftigen Immissionssituation am Standort

Zur Ermittlung der zukünftigen Immissionssituation am Standort wurden umfangreiche Ausbreitungsrechnungen durchgeführt. Im Anhang 2 der neuen TA Luft sind die Rechenvorschriften zur Ermittlung

der Immissionsbeiträge festgehalten. Das ebenfalls aktualisierte Rechenprogramm AUSTAL setzt diese Vorgaben um. Bei den Ausreitungsrechnungen wurden aufgrund der deutlichen Geländesteigungen im Untersuchungsgebiet prognostische Windfeldbibliotheken berechnet und darüber hinaus Kaltlufteinflüsse am Standort berücksichtigt. Weiterhin wurden die Gebäude am Anlagenstandort modelliert. Die Immissionsprognosen wurden unter der Annahme eines ganzjährigen Betriebs der Ofenanlage bei Volllast und unter Ausschöpfung der heutigen und zukünftigen Emissionsgrenzwerte vorgenommen. Dies entspricht einer deutlich konservativen Vorgehensweise.

Das Ausbreitungsmodell liefert schließlich bei Verwendung einer Ausbreitungsklassenstatistik mit Zeitreihe für jede Stunde des Jahres an den Beurteilungspunkten im Rechengebiet die Konzentration und die Deposition eines Stoffes. Die Beurteilung der durch luftförmige Verunreinigungen hervorgerufenen Immissionen und deren Auswirkungen erfolgt auf Basis der Gesamtbelastung bzw. der nach TA Luft rechnerisch ermittelten Gesamtzusatzbelastung durch die Zementdrehofenanlage in Ist- und Planzustand.

Die Bewertung der Immissionszusatzbelastung im Hinblick auf die Luftqualität erfolgte anhand der Immissionswerte der TA Luft und der 39. Bundes-Immissionsschutzverordnung sowie weiterer anerkannter Schutzstandards. Es konnte gezeigt werden, dass die Schutzstandards der TA Luft Nummern 4.2.1 (Schutz der menschlichen Gesundheit), 4.3 (Schutz vor erheblichen Belästigungen und erheblichen Nachteilen durch Staubniederschlag), 4.4 (Schutz vor erheblichen Nachteilen, insbesondere der Vegetation und von Ökosystemen) sowie 4.5.1 (Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Schadstoffdeposition) sowie weitere ergänzend herangezogene Schutzstandards im gesamten Beurteilungsgebiet auch weiterhin sicher eingehalten sind. Faktisch bewegt sich die vorhabenbedingte Zusatzbelastung in einem sehr geringen Bereich um „Null“ und ist für die Komponenten NO_x, SO_2 und NH_3 darüber hinaus negativ, da die Emissionsgrenzwerte für diese Komponenten niedriger sind und sich ansonsten lediglich die prozentuale Aufteilung der Spurenelemente auf die Summengrenzwerte (bei verändertem Brennstoffmix) geringfügig ändert.

Im Rahmen der Ausbreitungsrechnungen wurden auch die Stickstoff- und Säureeinträge in die umliegenden FFH-Gebiete berechnet. Die Ergebnisse zeigen, dass sich die Stoffeinträge zukünftig aufgrund der geplanten Grenzwertabsenkungen für NO_x, NH_3 und SO_2 deutlich verringern und sich somit insgesamt eine negative vorhabenbedingte Zusatzbelastung ergibt. Im Hinblick auf die Stickstoffeinträge halbieren sich die Einträge und im Hinblick auf die Säureeinträge reduzieren sich die Einträge zukünftig sogar um rund zwei Drittel. Weitere Prüfschritte im Hinblick auf eine FFH-Vor- oder Verträglichkeitsprüfung sind deshalb nicht erforderlich.

Zusammengefasst zeigen die Betrachtungen, dass die geplanten Maßnahmen zukünftig mit keinen erheblichen nachteiligen Auswirkungen auf die Schutzgüter im Untersuchungsgebiet verbunden sind. Weiterhin besteht keine Störfall-Relevanz und nachteilige Wechselwirkungen zwischen den Schutzgütern sind ebenfalls nicht gegeben.

Insofern ist aus gutachterlicher Sicht die Notwendigkeit zur Durchführung einer ausführlichen Umweltverträglichkeitsuntersuchung für das beantragte Vorhaben nicht gegeben.

Die beantragten Modernisierungsmaßnahmen führen zu einer weiteren Verbesserung der Immissionssituation am Standort. Der erweiterte Einsatz von Ersatz-Roh- und Brennstoffen bietet außerdem zusätzliche Möglichkeiten der Ressourcenschonung und leistet einen wichtigen Beitrag zum Klimaschutz.

VDZ Technology gGmbH

Umwelt und Betriebstechnik

[redacted]
Dipl.-Ing. Cornelia Seiler

[redacted]
Dr. rer. nat. Stefan Schäfer

[redacted]
Dr.-Ing. Volker Hoenig

Weitere Informationen z. B. zu Messgeräten, Messverfahren, Messunsicherheiten und sonstigen Verfahrenskenndaten können auf Anfrage mitgeteilt werden.

8 Vorhandene Unterlagen und Literatur

Genehmigungsbescheide:

[4] Aktenzeichen 33/KS-53e621-4.12-otterbein-we: Genehmigungsbescheid vom 21.10.2008 zur wesentlichen Änderung der Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG (Einsatz von Sekundärbrennstoffen im Drehofen bis zu einem Anteil von 60 % der Feuerungswärmeleistung, Einsatz von Gießereialtsand, Umbau und Errichtung von Abgasreinigungsanlagen, Erhöhung des Schornsteins und Errichtung und Betrieb einer Walking-Floor-Anlage)

[5] Aktenzeichen 33-53e621.4.13-Otterbein/Bai: Genehmigungsbescheid vom 29.05.2013 zur wesentlichen Änderung der Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG (Einsatz verschiedener Rohstoffe, Klinker und Zement aus externer Lieferung und entsprechende Lagerung)

[6] Aktenzeichen 33.2-53e620-Otterbein-NH3/aug: Ausnahmeantrag für Ammoniak vom 12.02.2016

[13] Aktenzeichen 33.2-53e0511/1-2018/12: Anzeige nach § 15 Abs. 1 Bundes-Immissionsschutzgesetz – Einsatz von Gießereialtsand mit der AVV 101008 vom 17.07.2019

[7] Geschäftszeichen RPKS – 33.2-53 e 05 11/1-2018/114: Ausnahmeantrag für Stickstoffoxide und Ammoniak nach § 24 der 17. BImSchV vom 17.12.2020

Rechtliche Grundlagen:

[1] Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen in der Fassung der Bekanntmachung vom 31. Mai 2017 (BGBl. I S. 1440), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 12. Januar 2021 (BGBl. I S. 69) geändert worden ist

[2] Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274; 2021 I S. 123), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 24. September 2021 (BGBl. I S. 4458) geändert worden ist

[3] Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung in der Fassung der Bekanntmachung vom 18. März 2021 (BGBl. I S. 540), das durch Artikel 14 des Gesetzes vom 10. September 2021 (BGBl. I S. 4147) geändert worden ist

[8] Verordnung über die Verbrennung und die Mitverbrennung von Abfällen vom 2. Mai 2013 (BGBl. I S. 1021, 1044, 3754)

[9] Neufassung der Ersten Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft – TA Luft): vom 18. August 2021. Gemeinsames Ministerialblatt. 2021, 72(48-54), S.1050-1192

[15] Störfall-Verordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 15. März 2017 (BGBl. I S. 483), die zuletzt durch Artikel 107 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist

[17] Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (ABl. L 206 vom 22.7.1992, S. 7)

[18] Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen vom 2. August 2010 (BGBl. I S. 1065), die zuletzt durch Artikel 112 der Verordnung vom 19. Juni 2020 (BGBl. I S. 1328) geändert worden ist

[20] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz: Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm; TA Lärm; vom 26. August 1998. Gemeinsames Ministerialblatt. 1998, 49(26)

[25] Verordnung (EU) Nr. 601/2012 der Kommission vom 21. Juni 2012 über die Überwachung von und die Berichterstattung über Treibhausgasemissionen gemäß der Richtlinie 2003/87/EG des Europäischen Parlaments und des Rates, geändert mit Durchführungsverordnung (EU) 2018/2066 der Kommission vom 19. Dezember 2018

[26] Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (Abfallverordnung, VVEA) vom 4. Dezember 2015

[28] Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 10. März 2016 (BGBl. I S. 459), die zuletzt durch Artikel 1 der Verordnung vom 22. September 2021 (BGBl. I S. 4343) geändert worden ist

Normen:

[22] Norm VDI 3886-1 2019-09. Ermittlung und Bewertung von Gerüchen: Geruchsgutachten; Blatt 1: Ermittlung der Notwendigkeit und Hinweise zur Erstellung

[30] Norm VDI 3781-4 2017-07. Ableitbedingungen für Abgase: Blatt 4: Kleine und mittlere Feuerungsanlagen sowie andere als Feuerungsanlagen; Umweltmeteorologie

[32] Norm VDI 3783-10 2001-122010-03. Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle: Blatt 10: Gebäude- und Hindernisumströmung ; Umweltmeteorologie

[33] Norm VDI 3781-2 1981-08. Schornsteinhöhen unter Berücksichtigung unebener Geländeformen: Blatt 2: Ausbreitung luftfremder Stoffe in der Atmosphäre

[38] Norm VDI 2267-1 2019-12. Messen der Elementkonzentration nach Filterprobenahme: Blatt 1: Bestimmung von Al, As, Ba, Ca, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, K, Mg, Mn, Na, Ni, Pb, Sb, Se, Sn,Tl, V und Zn mit GF-AAS, ICP-OES oder ICP-MS ; Stoffbestimmung an Partikeln in der Außenluft

[39] Norm VDI 3945-3 2020-04. Partikelmodell: Blatt 3: Umweltmeteorologie; Atmosphärische Ausbreitungsmodelle

[40] Norm VDI 3783-7 2017-05. Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle: Teil 7: Evaluierung für dynamisch und thermisch bedingte Strömungsfelder ; Umweltmeteorologie

[42] Norm VDI 3783-16 2020-10. Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle: Teil 16: Verfahren zur Anwendung in Genehmigungsverfahren nach TA Luft; Umweltmeteorologie

Sonstige Unterlagen, Gutachten und Literatur:

[10] Technischer Bericht UMt-TB-121/2019: Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen im Reingaskamin der Drehofenanlage im Werk Großenlüder-Müs der Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG, FIZ GmbH, Düsseldorf, 19.08.2019

[11] Technischer Bericht UMt-TB-141/2020: Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen im Reingaskamin der Drehofenanlage im Werk Großenlüder-Müs der Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG, FIZ GmbH, Düsseldorf, 17.08.2020

[12] Technischer Bericht UMt-TB-141/2021: Bericht über die Durchführung von Emissionsmessungen im Reingaskamin der Drehofenanlage im Werk Großenlüder-Müs der Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG, VDZ Service GmbH, Düsseldorf, 08.09.2021

[14] Ministerium für Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW, Hrsg. Leitfaden zur energetischen Verwertung von Abfällen in Zement-, Kalk- und Kraftwerken in Nordrhein-Westfalen. 2. Auflage; Düsseldorf: Minist. f. Umwelt und Naturschutz, Landwirtschaft und Verbraucherschutz NRW, 2005

[16] Neumann Krex & Partner – Ingenieurbüro für Brandschutz und Bauwesen GmbH: Brandschutzkonzept gemäß Anlage 2 Pkt. 7.4 BVErl – 1. Nachtrag, Meschede, 17.12.2021

[19] Wiederkehrende Messungen zum Schallimmissionsschutz - Zement- und Kalkwerk Otterbein incl. Steinbruch in Großenlüder – Müs: Schallpegelmessungen am 30.09. und 01.10.2020; Berichtsnummer: R0060.001.01.001, Fa. Wölfel Engineering GmbH + Co. KG, Höchberg, 27.10.2020

[21] Wölfel Engineering GmbH + Co. KG: Untersuchungen zum Schallimmissionsschutz für geräuschrelevante Änderungen – Berichtsnummer R0060.004.01.001, ausgestellt am 02.03.2022, Höchberg, März 2022

[23] UCL Umwelt Labor Control GmbH: Vorprüfung zum Ausgangszustandbericht für Boden und Grundwasser, Kiel, 01.09.2020

[24] Kirchartz, Bernhard. Reaktion und Abscheidung von Spurenelementen beim Brennen des Zementklinkers. Düsseldorf: Beton-Verl., 1994 (Schriftenreihe der Zementindustrie 56). Zugl.: Aachen, TH, Diss., 1994

[27] Geochemischer Atlas natürlicher Haupt-, Neben- und Spurenelemente der Gesteine Bayerns, Fachberichte 24, Hrsg: Bayerisches Landesamt für Umwelt, München, 2005

[29] GfU Gesellschaft für Umwelt-Consulting mbH: Überprüfung der Schornsteinhöhe aufgrund einer Änderung – Gutachten N3. 602.156/06 vom 14. Juni 2006, Gelnhausen, 2006

[31] Ingenieurbüro Janicke: BESMIN - Schornsteinhöhe nach TA Luft, Programmbeschreibung zu Version 1.0, Stand 2021-10-07, herausgegeben vom Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau

[34] Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie: Lufthygienischer Jahresbericht 2017, Wiesbaden, 2018

[35] Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie: Lufthygienischer Jahresbericht 2018, Wiesbaden, 2019

[36] Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie: Lufthygienischer Jahresbericht 2019, Wiesbaden, Dezember 2020

[37] Hessisches Landesamt für Naturschutz, Umwelt und Geologie: Lufthygienischer Jahreskurzbericht 2020, Kontinuierliche Messungen – Diskontinuierliche Messungen von Stickstoffdioxid und Feinstaub $PM_{2,5}$ Version vom 11.03.2020, Wiesbaden, 2020

[41] iMA Richter & Röckle GmbH Co. KG: Prognostische Windfeldbibliothek für einen Standort bei Großenlüder-Müs, Bericht-Nr.: 20-10-03-S, Gerlingen, 09. Dezember 2021

[43] lfU GmbH: Detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten nach VDI-Richtlinie 3783, Blatt 20 für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft

[44] „Bewertung von Schadstoffen für die keine Immissionswerte festgelegt sind“, Länderausschuss für Immissionsschutz (LAI); erarbeitet von einem Arbeitskreis, Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen (Hrsg.), Düsseldorf, 2004

[45] Kühling, W.; Peters, H.-J.: Die Bewertung der Luftqualität bei Umweltverträglichkeitsprüfungen - Bewertungsmaßstäbe und Standards zur Konkretisierung einer wirksamen Umweltvorsorge, UVP-Spezial, 2. korrigierte Auflage, Dortmund, 1995

[46] Forschungs- und Beratungsinstitut Gefahrstoffe (FoBiG): Aktualisierte Fortschreibung der Basisdaten Toxikologie für umweltrelevante Stoffe zur Gefahrenbeurteilung bei Altlasten, Zusammenfassung der Endberichte, Forschungsbericht 103 40 113 im Auftrag des Umweltbundesamtes, September 1995

[47] Eikmann, T., Heinrich, U., Heinzow, B., Konietzka, R.: Gefährdungsabschätzung von Umweltschadstoffen, ergänzbares Handbuch toxikologischer Basisdaten und ihre Bewertung, Erich-Schmidt-Verlag, 1999

[48] Roller und Nies: Zur Risikoabschätzung von Cobalt(verbindungen), 18. Sitzung des Unterausschusses „Luftgrenzwerte“ des Ausschusses für Gefahrstoffe (AGS), St. Augustin, 8.9.1999, angegeben in Hassauer M., Schneider K. (2001): Kobalt, D 561 in: Gefährdungsabschätzung von Umweltschadstoffen, 5. Erg-Lfg. 10/01, Erich Schmidt-Verlag, Berlin

9 Anhang

9.1 Emissionsprognosen – Berechnungstabellen

9.1.1 Spurenelementeintrag ROHSTOFFE in Ist- und Planzustand

		Kalkstein		Grubensand		Gießereialtsand		Eisenerz		
Massenstrom kg/h (f.)			39929		4073		684		815	
Feuchte Gew.-%			0.5		8.0		0.5		7.8	
	Emissionsfaktor in %	ppm(tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	Rohstoffe g/h (tr.)
Hg	40	0.01	0.40	0.03	0.11	0.03	0.02	0.22	0.17	0.70
Cd	0.17	0.10	3.97	0.10	0.37	1.00	0.68	10.98	8.25	13.28
Tl	1.3	0.50	19.86	0.16	0.60	1.00	0.68	2.00	1.50	22.65
As	0.023	7.40	294.00	2.60	9.74	5.00	3.40	21.51	16.16	323.30
Co	0.019	4.10	162.89	2.00	7.49	20.00	13.60	18.38	13.81	197.79
Ni	0.03	12.80	508.53	7.50	28.10	9.20	6.26	164.57	123.65	666.54
Sb	0.03	1.00	39.73	1.00	3.75	50.00	34.01	7.94	5.96	83.44
Pb	0.05	23.00	913.77	5.40	20.23	5.30	3.60	1733.57	1302.49	2240.10
Cr	0.012	14.80	587.99	15.20	56.96	13.00	8.84	513.43	385.76	1039.54
Cu	0.0093	14.20	564.15	6.30	23.61	21.00	14.28	174.43	131.05	733.10
Mn	0.018	221.00	8780.16	40.00	149 88	250.00	170.03	5690.00	4275.08	13375.15
V	0.052	20.80	826.37	12.70	47.59	10.00	6.80	133.76	100.50	981.25
Sn	0.074	1.00	39.73	3.40	12.74	30.00	20.40	54.31	40.80	113.68

9.1.2 Ergebnistabellen Emissionsprognosen – mittlere Spurenelementgehalte

ISTZUSTAND - Kohlenstaub, Fluff (hochkalorisch), Tiermehl

	Kohlenstaub		Fluff (hoch)		Fluff (mittel)		Tiermehl		Trockenklärschlam		Holzspäne	
	1950		1970		0		869		0		0	
	10.0		0.6		0.6		3.6		10.0		5.0	
	ppm(tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)
Hg	0.20	0.35	0.10	0.20	0.10	0.00	0.10	0.08	1.00	0.00	0.18	0.00
Cd	0.30	0.53	0.60	1.18	0.60	0.00	0.19	0.16	1.50	0.00	0.82	0.00
Tl	0.30	0.53	0.10	0.20	0.10	0.00	0.10	0.08	0.50	0.00	0.50	0.00
As	13.60	23.87	1.00	1.96	1.00	0.00	1.00	0.84	5.00	0.00	1.90	0.00
Co	16.70	29.31	100.60	196.95	100.60	0.00	1.30	1.09	12.00	0.00	3.10	0.00
Ni	45.00	78.98	6.59	12.90	6.59	0.00	7.13	5.97	80.00	0.00	7.00	0.00
Sb	2.50	4.39	17.33	33.93	17.33	0.00	2.11	1.77	6.40	0.00	3.00	0.00
Pb	68.00	119.34	20.95	41.03	20.95	0.00	6.10	5.11	89.00	0.00	183.00	0.00
Cr	26.50	46.51	9.93	19.44	9.93	0.00	7.18	6.02	52.00	0.00	22.00	0.00
Cu	33.00	57.92	243.35	476.46	243.35	0.00	17.03	14.26	450.00	0.00	17.00	0.00
Mn	125.00	219.38	34.98	68.48	34.98	0.00	37.95	31.80	450.00	0.00	146.00	0.00
V	75.00	131.63	1.97	3.86	1.97	0.00	1.85	1.55	25.00	0.00	2.60	0.00
Sn	5.00	8.78	3.29	6.44	3.29	0.00	1.05	0.88	25.00	0.00	3.00	0.00

	gesamt g/h (tr.)	Rohstoffe g/h (tr.)	Brennstoffe g/h (tr.)	Massenstrom g/h (tr.)	Konzentration µg/m³	Konzentration mg/kg Klinker
Hg	1.33	0.70	0.63	0.53	7.82	0.03
Cd	15.15	13.28	1.87	0.03	0.38	0.56
Tl	23.46	22.65	0.81	0.30	4.49	0.85
As	349.97	323.30	26.66	0.08	1.18	12.92
Co	425.15	197.79	227.35	0.08	1.19	15.69
Ni	764.39	666.54	97.85	0.23	3.37	28.22
Sb	123.53	83.44	40.09	0.04	0.55	4.56
Pb	2405.58	2240.10	165.48	1.20	17.69	88.78
Cr	1111.51	1039.54	71.96	0.13	1.96	41.04
Cu	1281.73	733.10	548.64	0.12	1.75	47.32
Mn	13694.80	13375.15	319.65	2.47	36.25	505.56
V	1118.29	981.25	137.03	0.58	8.55	41.27
Sn	129.77	113.68	16.09	0.10	1.41	4.79

Szenario 1 - 80 % EBS - Kohlenstaub, Fluff (hochkalorisch)

	Kohlenstaub		Fluff (hoch)		Fluff (mittel)		Tiermehl		Trockenklärschlam		Holzspäne	
		867		3939		0		0		0		0
		10.0		0.6		0.6		3.6		10.0		5.0
	ppm(tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)
Hg	0.20	0.16	0.10	0.40	0.10	0.00	0.10	0.00	1.00	0.00	0.18	0.00
Cd	0.30	0.23	0.60	2.37	0.60	0.00	0.19	0.00	1.50	0.00	0.82	0.00
Tl	0.30	0.23	0.10	0.41	0.10	0.00	0.10	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00
As	13.60	10.61	1.00	3.92	1.00	0.00	1.00	0.00	5.00	0.00	1.90	0.00
Co	16.70	13.03	100.60	393.91	100.60	0.00	1.30	0.00	12.00	0.00	3.10	0.00
Ni	45.00	35.10	6.59	25.81	6.59	0.00	7.13	0.00	80.00	0.00	7.00	0.00
Sb	2.50	1.95	17.33	67.87	17.33	0.00	2.11	0.00	6.40	0.00	3.00	0.00
Pb	68.00	53.04	20.95	82.05	20.95	0.00	6.10	0.00	89.00	0.00	183.00	0.00
Cr	26.50	20.67	9.93	38.87	9.93	0.00	7.18	0.00	52.00	0.00	22.00	0.00
Cu	33.00	25.74	243.35	952.92	243.35	0.00	17.03	0.00	450.00	0.00	17.00	0.00
Mn	125.00	97.50	34.98	136.96	34.98	0.00	37.95	0.00	450.00	0.00	146.00	0.00
V	75.00	58.50	1.97	7.72	1.97	0.00	1.85	0.00	25.00	0.00	2.60	0.00
Sn	5.00	3.90	3.29	12.87	3.29	0.00	1.05	0.00	25.00	0.00	3.00	0.00

	gesamt g/h (tr.)	Rohstoffe g/h (tr.)	Brennstoffe g/h (tr.)	Massenstrom g/h (tr.)	Konzentration µg/m³	Konzentration mg/kg Klinker
Hg	1.25	0.70	0.55	0.50	7.34	0.03
Cd	15.88	13.28	2.60	0.03	0.40	0.59
Tl	23.29	22.65	0.64	0.30	4.45	0.85
As	337.83	323.30	14.52	0.08	1.14	12.47
Co	604.73	197.79	406.93	0.11	1.69	22.32
Ni	727.45	666.54	60.91	0.22	3.21	26.85
Sb	153.26	83.44	69.82	0.05	0.68	5.66
Pb	2375.19	2240.10	135.09	1.19	17.46	87.66
Cr	1099.09	1039.54	59.54	0.13	1.94	40.58
Cu	1711.75	733.10	978.66	0.16	2.34	63.20
Mn	13609.61	13375.15	234.46	2.45	36.03	502.42
V	1047.48	981.25	66.22	0.54	8.01	38.66
Sn	130.45	113.68	16.77	0.10	1.42	4.81

Szenario 2 - 80 % EBS - Kohlenstaub, Fluff (hochkalorisch), Fluff (mittelkalorisch), Tiermehl

	Kohlenstaub		Fluff (hoch)		Fluff (mittel)		Tiermehl		Trockenklärschlam		Holzspäne	
		867		1970		1693		869		0		0
		10.0		0.6		0.6		3.6		10.0		5.0
	ppm(tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)
Hg	0.20	0.16	0.10	0.20	0.10	0.17	0.10	0.08	1.00	0.00	0.18	0.00
Cd	0.30	0.23	0.60	1.18	0.60	1.02	0.19	0.16	1.50	0.00	0.82	0.00
Tl	0.30	0.23	0.10	0.20	0.10	0.18	0.10	0.08	0.50	0.00	0.50	0.00
As	13.60	10.61	1.00	1.96	1.00	1.68	1.00	0.84	5.00	0.00	1.90	0.00
Co	16.70	13.03	100.60	196.95	100.60	169.26	1.30	1.09	12.00	0.00	3.10	0.00
Ni	45.00	35.10	6.59	12.90	6.59	11.09	7.13	5.97	80.00	0.00	7.00	0.00
Sb	2.50	1.95	17.33	33.93	17.33	29.16	2.11	1.77	6.40	0.00	3.00	0.00
Pb	68.00	53.04	20.95	41.03	20.95	35.26	6.10	5.11	89.00	0.00	183.00	0.00
Cr	26.50	20.67	9.93	19.44	9.93	16.70	7.18	6.02	52.00	0.00	22.00	0.00
Cu	33.00	25.74	243.35	476.46	243.35	409.46	17.03	14.26	450.00	0.00	17.00	0.00
Mn	125.00	97.50	34.98	68.48	34.98	58.85	37.95	31.80	450.00	0.00	146.00	0.00
V	75.00	58.50	1.97	3.86	1.97	3.32	1.85	1.55	25.00	0.00	2.60	0.00
Sn	5.00	3.90	3.29	6.44	3.29	5.53	1.05	0.88	25.00	0.00	3.00	0.00

	gesamt g/h (tr.)	Rohstoffe g/h (tr.)	Brennstoffe g/h (tr.)	Massenstrom g/h (tr.)	Konzentration µg/m³	Konzentration mg/kg Klinker
Hg	1.30	0.70	0.61	0.52	7.67	0.03
Cd	15.87	13.28	2.60	0.03	0.40	0.59
Tl	23.34	22.65	0.70	0.30	4.46	0.85
As	338.39	323.30	15.09	0.08	1.14	12.49
Co	578.12	197.79	380.33	0.11	1.62	21.34
Ni	731.60	666.54	65.06	0.22	3.23	27.00
Sb	150.26	83.44	66.82	0.05	0.66	5.55
Pb	2374.54	2240.10	134.44	1.19	17.46	87.63
Cr	1102.37	1039.54	62.83	0.13	1.95	40.70
Cu	1659.02	733.10	925.92	0.15	2.27	61.25
Mn	13631.77	13375.15	256.63	2.45	36.08	503.24
V	1048.48	981.25	67.23	0.55	8.02	38.69
Sn	130.42	113.68	16.75	0.10	1.42	4.81

Szenario 3 - 80 % EBS - Kohlenstaub, Fluff (mittelkalorisch), Tiermehl

	Kohlenstaub		Fluff (hoch)		Fluff (mittel)		Tiermehl		Trockenklärschlam		Holzspäne	
		867		0		4063		1159		0		0
		10.0		0.6		0.6		3.6		10.0		5.0
	ppm(tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)
Hg	0.20	0.16	0.10	0.00	0.10	0.41	0.10	0.11	1.00	0.00	0.18	0.00
Cd	0.30	0.23	0.60	0.00	0.60	2.44	0.19	0.22	1.50	0.00	0.82	0.00
Tl	0.30	0.23	0.10	0.00	0.10	0.42	0.10	0.11	0.50	0.00	0.50	0.00
As	13.60	10.61	1.00	0.00	1.00	4.04	1.00	1.12	5.00	0.00	1.90	0.00
Co	16.70	13.03	100.60	0.00	100.60	406.22	1.30	1.45	12.00	0.00	3.10	0.00
Ni	45.00	35.10	6.59	0.00	6.59	26.61	7.13	7.96	80.00	0.00	7.00	0.00
Sb	2.50	1.95	17.33	0.00	17.33	69.99	2.11	2.36	6.40	0.00	3.00	0.00
Pb	68.00	53.04	20.95	0.00	20.95	84.62	6.10	6.82	89.00	0.00	183.00	0.00
Cr	26.50	20.67	9.93	0.00	9.93	40.09	7.18	8.02	52.00	0.00	22.00	0.00
Cu	33.00	25.74	243.35	0.00	243.35	982.70	17.03	19.02	450.00	0.00	17.00	0.00
Mn	125.00	97.50	34.98	0.00	34.98	141.24	37.95	42.39	450.00	0.00	146.00	0.00
V	75.00	58.50	1.97	0.00	1.97	7.97	1.85	2.06	25.00	0.00	2.60	0.00
Sn	5.00	3.90	3.29	0.00	3.29	13.28	1.05	1.17	25.00	0.00	3.00	0.00

	gesamt g/h (tr.)	Rohstoffe g/h (tr.)	Brennstoffe g/h (tr.)	Massenstrom g/h (tr.)	Konzentration µg/m³	Konzentration mg/kg Klinker
Hg	1.37	0.70	0.68	0.55	8.07	0.03
Cd	16.17	13.28	2.89	0.03	0.40	0.60
Tl	23.41	22.65	0.77	0.30	4.48	0.85
As	339.07	323.30	15.76	0.08	1.15	12.52
Co	618.49	197.79	420.70	0.12	1.73	22.83
Ni	736.22	666.54	69.67	0.22	3.25	27.18
Sb	157.74	83.44	74.30	0.05	0.70	5.82
Pb	2384.57	2240.10	144.48	1.19	17.53	88.00
Cr	1108.33	1039.54	68.78	0.13	1.96	40.92
Cu	1760.55	733.10	1027.45	0.16	2.41	65.00
Mn	13656.28	13375.15	281.14	2.46	36.15	504.14
V	1049.78	981.25	68.53	0.55	8.03	38.74
Sn	132.02	113.68	18.35	0.10	1.44	4.87

Szenario 4 - 100 % EBS - Fluff (hochkalorisch), Tiermehl

	Kohlenstaub		Fluff (hoch)		Fluff (mittel)		Tiermehl		Trockenklärschlam		Holzspäne	
		0		2462		0		2897		0		0
		10.0		0.6		0.6		3.6		10.0		5.0
	ppm(tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)
Hg	0.20	0.00	0.10	0.25	0.10	0.00	0.10	0.28	1.00	0.00	0.18	0.00
Cd	0.30	0.00	0.60	1.48	0.60	0.00	0.19	0.54	1.50	0.00	0.82	0.00
Tl	0.30	0.00	0.10	0.25	0.10	0.00	0.10	0.28	0.50	0.00	0.50	0.00
As	13.60	0.00	1.00	2.45	1.00	0.00	1.00	2.79	5.00	0.00	1.90	0.00
Co	16.70	0.00	100.60	246.19	100.60	0.00	1.30	3.63	12.00	0.00	3.10	0.00
Ni	45.00	0.00	6.59	16.13	6.59	0.00	7.13	19.90	80.00	0.00	7.00	0.00
Sb	2.50	0.00	17.33	42.42	17.33	0.00	2.11	5.90	6.40	0.00	3.00	0.00
Pb	68.00	0.00	20.95	51.28	20.95	0.00	6.10	17.05	89.00	0.00	183.00	0.00
Cr	26.50	0.00	9.93	24.30	9.93	0.00	7.18	20.06	52.00	0.00	22.00	0.00
Cu	33.00	0.00	243.35	595.57	243.35	0.00	17.03	47.54	450.00	0.00	17.00	0.00
Mn	125.00	0.00	34.98	85.60	34.98	0.00	37.95	105.99	450.00	0.00	146.00	0.00
V	75.00	0.00	1.97	4.83	1.97	0.00	1.85	5.15	25.00	0.00	2.60	0.00
Sn	5.00	0.00	3.29	8.05	3.29	0.00	1.05	2.93	25.00	0.00	3.00	0.00

	gesamt g/h (tr.)	Rohstoffe g/h (tr.)	Brennstoffe g/h (tr.)	Massenstrom g/h (tr.)	Konzentration µg/m³	Konzentration mg/kg Klinker
Hg	1.22	0.70	0.53	0.49	7.20	0.03
Cd	15.30	13.28	2.02	0.03	0.38	0.56
Tl	23.18	22.65	0.53	0.30	4.43	0.84
As	328.54	323.30	5.24	0.08	1.11	12.13
Co	447.62	197.79	249.82	0.09	1.25	16.52
Ni	702.57	666.54	36.03	0.21	3.10	25.93
Sb	131.76	83.44	48.32	0.04	0.58	4.86
Pb	2308.43	2240.10	68.33	1.15	16.97	85.19
Cr	1083.90	1039.54	44.35	0.13	1.91	40.02
Cu	1376.21	733.10	643.11	0.13	1.88	50.81
Mn	13566.73	13375.15	191.59	2.44	35.91	500.84
V	991.23	981.25	9.98	0.52	7.58	36.58
Sn	124.65	113.68	10.98	0.09	1.36	4.60

Szenario 5 - 100 % EBS - Fluff (hochkalorisch), Fluff (tiefkalorisch), Trockenklärschlamm

	Kohlenstaub		Fluff (hoch)		Fluff (mittel)		Tiermehl		Trockenklärschlam		Holzspäne	
		0		2955		1354		0		1970		0
		10.0		0.6		0.6		3.6		10.0		5.0
	ppm(tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)
Hg	0.20	0.00	0.10	0.30	0.10	0.14	0.10	0.00	1.00	1.77	0.18	0.00
Cd	0.30	0.00	0.60	1.77	0.60	0.81	0.19	0.00	1.50	2.66	0.82	0.00
Tl	0.30	0.00	0.10	0.31	0.10	0.14	0.10	0.00	0.50	0.89	0.50	0.00
As	13.60	0.00	1.00	2.94	1.00	1.35	1.00	0.00	5.00	8.86	1.90	0.00
Co	16.70	0.00	100.60	295.43	100.60	135.41	1.30	0.00	12.00	21.27	3.10	0.00
Ni	45.00	0.00	6.59	19.36	6.59	8.87	7.13	0.00	80.00	141.82	7.00	0.00
Sb	2.50	0.00	17.33	50.90	17.33	23.33	2.11	0.00	6.40	11.35	3.00	0.00
Pb	68.00	0.00	20.95	61.54	20.95	28.21	6.10	0.00	89.00	157.77	183.00	0.00
Cr	26.50	0.00	9.93	29.15	9.93	13.36	7.18	0.00	52.00	92.18	22.00	0.00
Cu	33.00	0.00	243.35	714.69	243.35	327.57	17.03	0.00	450.00	797.73	17.00	0.00
Mn	125.00	0.00	34.98	102.72	34.98	47.08	37.95	0.00	450.00	797.73	146.00	0.00
V	75.00	0.00	1.97	5.79	1.97	2.66	1.85	0.00	25.00	44.32	2.60	0.00
Sn	5.00	0.00	3.29	9.65	3.29	4.43	1.05	0.00	25.00	44.32	3.00	0.00

	gesamt g/h (tr.)	Rohstoffe g/h (tr.)	Brennstoffe g/h (tr.)	Massenstrom g/h (tr.)	Konzentration µg/m³	Konzentration mg/kg Klinker
Hg	2.90	0.70	2.20	1.16	17.07	0.06
Cd	18.52	13.28	5.25	0.03	0.46	0.68
Tl	23.98	22.65	1.33	0.31	4.58	0.87
As	336.45	323.30	13.15	0.08	1.14	12.42
Co	649.90	197.79	452.11	0.12	1.82	23.99
Ni	836.59	666.54	170.05	0.25	3.69	30.88
Sb	169.02	83.44	85.58	0.05	0.75	6.24
Pb	2487.62	2240.10	247.52	1.24	18.29	91.80
Cr	1174.24	1039.54	134.70	0.14	2.07	43.35
Cu	2573.08	733.10	1839.98	0.24	3.52	95.00
Mn	14322.68	13375.15	947.53	2.58	37.91	528.74
V	1034.02	981.25	52.77	0.54	7.91	38.16
Sn	172.07	113.68	58.40	0.13	1.87	6.35

Szenario 6 - 100 % EBS - Fluff (hochkalorisch), Tiermehl, Holzspäne

	Kohlenstaub		Fluff (hoch)		Fluff (mittel)		Tiermehl		Trockenklärschlam		Holzspäne	
		0		3447		0		579		0		1275
		10.0		0.6		0.6		3.6		10.0		5.0
	ppm(tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)
Hg	0.20	0.00	0.10	0.35	0.10	0.00	0.10	0.06	1.00	0.00	0.18	0.22
Cd	0.30	0.00	0.60	2.07	0.60	0.00	0.19	0.11	1.50	0.00	0.82	0.99
Tl	0.30	0.00	0.10	0.36	0.10	0.00	0.10	0.06	0.50	0.00	0.50	0.61
As	13.60	0.00	1.00	3.43	1.00	0.00	1.00	0.56	5.00	0.00	1.90	2.30
Co	16.70	0.00	100.60	344.67	100.60	0.00	1.30	0.73	12.00	0.00	3.10	3.75
Ni	45.00	0.00	6.59	22.58	6.59	0.00	7.13	3.98	80.00	0.00	7.00	8.48
Sb	2.50	0.00	17.33	59.38	17.33	0.00	2.11	1.18	6.40	0.00	3.00	3.63
Pb	68.00	0.00	20.95	71.80	20.95	0.00	6.10	3.41	89.00	0.00	183.00	221.57
Cr	26.50	0.00	9.93	34.01	9.93	0.00	7.18	4.01	52.00	0.00	22.00	26.64
Cu	33.00	0.00	243.35	833.80	243.35	0.00	17.03	9.51	450.00	0.00	17.00	20.58
Mn	125.00	0.00	34.98	119.84	34.98	0.00	37.95	21.20	450.00	0.00	146.00	176.77
V	75.00	0.00	1.97	6.76	1.97	0.00	1.85	1.03	25.00	0.00	2.60	3.15
Sn	5.00	0.00	3.29	11.26	3.29	0.00	1.05	0.59	25.00	0.00	3.00	3.63

	gesamt g/h (tr.)	Rohstoffe g/h (tr.)	Brennstoffe g/h (tr.)	Massenstrom g/h (tr.)	Konzentration µg/m³	Konzentration mg/kg Klinker
Hg	1.32	0.70	0.62	0.53	7.74	0.03
Cd	16.45	13.28	3.17	0.03	0.41	0.61
Tl	23.66	22.65	1.02	0.31	4.52	0.86
As	329.59	323.30	6.29	0.08	1.11	12.17
Co	546.94	197.79	349.15	0.10	1.53	20.19
Ni	701.58	666.54	35.04	0.21	3.10	25.90
Sb	147.64	83.44	64.20	0.04	0.65	5.45
Pb	2536.88	2240.10	296.78	1.27	18.65	93.62
Cr	1104.21	1039.54	64.66	0.13	1.95	40.77
Cu	1596.99	733.10	863.89	0.15	2.18	58.96
Mn	13692.96	13375.15	317.81	2.46	36.25	505.50
V	992.19	981.25	10.94	0.52	7.59	36.62
Sn	129.16	113.68	15.48	0.10	1.41	4.77

Szenario 7 - 100 % EBS - Fluff (hochkalorisch), Fluff (mittelkalorisch), Trockenklärschlamm, Holzspäne

	Kohlenstaub		Fluff (hoch)		Fluff (mittel)		Tiermehl		Trockenklärschlam		Holzspäne	
		0		2708		1693		0		985		637
		10.0		0.6		0.6		3.6		10.0		5.0
	ppm(tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)
Hg	0.20	0.00	0.10	0.27	0.10	0.17	0.10	0.00	1.00	0.89	0.18	0.11
Cd	0.30	0.00	0.60	1.63	0.60	1.02	0.19	0.00	1.50	1.33	0.82	0.50
Tl	0.30	0.00	0.10	0.28	0.10	0.18	0.10	0.00	0.50	0.44	0.50	0.30
As	13.60	0.00	1.00	2.69	1.00	1.68	1.00	0.00	5.00	4.43	1.90	1.15
Co	16.70	0.00	100.60	270.81	100.60	169.26	1.30	0.00	12.00	10.64	3.10	1.88
Ni	45.00	0.00	6.59	17.74	6.59	11.09	7.13	0.00	80.00	70.91	7.00	4.24
Sb	2.50	0.00	17.33	46.66	17.33	29.16	2.11	0.00	6.40	5.67	3.00	1.82
Pb	68.00	0.00	20.95	56.41	20.95	35.26	6.10	0.00	89.00	78.89	183.00	110.79
Cr	26.50	0.00	9.93	26.73	9.93	16.70	7.18	0.00	52.00	46.09	22.00	13.32
Cu	33.00	0.00	243.35	655.13	243.35	409.46	17.03	0.00	450.00	398.86	17.00	10.29
Mn	125.00	0.00	34.98	94.16	34.98	58.85	37.95	0.00	450.00	398.86	146.00	88.39
V	75.00	0.00	1.97	5.31	1.97	3.32	1.85	0.00	25.00	22.16	2.60	1.57
Sn	5.00	0.00	3.29	8.85	3.29	5.53	1.05	0.00	25.00	22.16	3.00	1.82

	gesamt g/h (tr.)	Rohstoffe g/h (tr.)	Brennstoffe g/h (tr.)	Massenstrom g/h (tr.)	Konzentration µg/m³	Konzentration mg/kg Klinker
Hg	2.13	0.70	1.44	0.85	12.55	0.05
Cd	17.74	13.28	4.47	0.03	0.44	0.65
Tl	23.85	22.65	1.20	0.31	4.56	0.87
As	333.26	323.30	9.96	0.08	1.13	12.30
Co	650.38	197.79	452.58	0.12	1.82	24.01
Ni	770.52	666.54	103.98	0.23	3.40	28.44
Sb	166.75	83.44	83.31	0.05	0.74	6.16
Pb	2521.44	2240.10	281.34	1.26	18.54	93.05
Cr	1142.38	1039.54	102.84	0.14	2.02	42.18
Cu	2206.84	733.10	1473.74	0.21	3.02	81.48
Mn	14015.41	13375.15	640.26	2.52	37.10	517.40
V	1013.62	981.25	32.36	0.53	7.75	37.41
Sn	152.03	113.68	38.36	0.11	1.65	5.61

Szenario 8 - 100 % EBS - Fluff (hochkalorisch)

	Kohlenstaub		Fluff (hoch)		Fluff (mittel)		Tiermehl		Trockenklärschlam		Holzspäne	
		0		4924		0		0		0		0
		10.0		0.6		0.6		3.6		10.0		5.0
	ppm(tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)
Hg	0.20	0.00	0.10	0.49	0.10	0.00	0.10	0.00	1.00	0.00	0.18	0.00
Cd	0.30	0.00	0.60	2.96	0.60	0.00	0.19	0.00	1.50	0.00	0.82	0.00
Tl	0.30	0.00	0.10	0.51	0.10	0.00	0.10	0.00	0.50	0.00	0.50	0.00
As	13.60	0.00	1.00	4.89	1.00	0.00	1.00	0.00	5.00	0.00	1.90	0.00
Co	16.70	0.00	100.60	492.38	100.60	0.00	1.30	0.00	12.00	0.00	3.10	0.00
Ni	45.00	0.00	6.59	32.26	6.59	0.00	7.13	0.00	80.00	0.00	7.00	0.00
Sb	2.50	0.00	17.33	84.83	17.33	0.00	2.11	0.00	6.40	0.00	3.00	0.00
Pb	68.00	0.00	20.95	102.57	20.95	0.00	6.10	0.00	89.00	0.00	183.00	0.00
Cr	26.50	0.00	9.93	48.59	9.93	0.00	7.18	0.00	52.00	0.00	22.00	0.00
Cu	33.00	0.00	243.35	1191.15	243.35	0.00	17.03	0.00	450.00	0.00	17.00	0.00
Mn	125.00	0.00	34.98	171.20	34.98	0.00	37.95	0.00	450.00	0.00	146.00	0.00
V	75.00	0.00	1.97	9.66	1.97	0.00	1.85	0.00	25.00	0.00	2.60	0.00
Sn	5.00	0.00	3.29	16.09	3.29	0.00	1.05	0.00	25.00	0.00	3.00	0.00

	gesamt g/h (tr.)	Rohstoffe g/h (tr.)	Brennstoffe g/h (tr.)	Massenstrom g/h (tr.)	Konzentration µg/m³	Konzentration mg/kg Klinker
Hg	1.19	0.70	0.49	0.48	7.01	0.03
Cd	16.23	13.28	2.96	0.03	0.41	0.60
Tl	23.16	22.65	0.51	0.30	4.43	0.84
As	328.20	323.30	4.89	0.08	1.11	12.12
Co	690.18	197.79	492.38	0.13	1.93	25.48
Ni	698.80	666.54	32.26	0.21	3.08	25.79
Sb	168.28	83.44	84.83	0.05	0.74	6.21
Pb	2342.66	2240.10	102.57	1.17	17.23	86.46
Cr	1088.14	1039.54	48.59	0.13	1.92	40.17
Cu	1924.24	733.10	1191.15	0.18	2.63	71.04
Mn	13546.35	13375.15	171.20	2.44	35.86	500.08
V	990.91	981.25	9.66	0.52	7.58	36.57
Sn	129.77	113.68	16.09	0.10	1.41	4.79

9.1.3 Ergebnistabellen Emissionsprognosen – maximale Spurenelementgehalte in Ersatzbrennstoffen

ISTZUSTAND – Kohlenstaub, Fluff (hochkalorisch), Tiermehl

	Kohlenstaub		Fluff (hoch)		Fluff (mittel)		Tiermehl		Trockenklärschlam		Holzspäne	
		1950		1970		0		869		0		0
		10.0		0.6		0.6		3.6		10.0		5.0
	ppm(tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)
Hg	0.20	0.35	1.20	2.35	1.20	0.00	0.10	0.08	1.50	0.00	0.27	0.00
Cd	0.30	0.53	9.00	17.62	9.00	0.00	0.50	0.42	4.00	0.00	1.60	0.00
Tl	0.30	0.53	2.00	3.92	2.00	0.00	2.00	1.68	2.00	0.00	1.00	0.00
As	13.60	23.87	13.00	25.45	13.00	0.00	5.00	4.19	13.00	0.00	3.00	0.00
Co	16.70	29.31	140.00	274.10	140.00	0.00	3.00	2.51	12.00	0.00	5.20	0.00
Ni	45.00	78.98	160.00	313.26	160.00	0.00	7.00	5.86	100.00	0.00	15.20	0.00
Sb	2.50	4.39	200.00	391.58	200.00	0.00	10.00	8.38	100.00	0.00	4.80	0.00
Pb	68.00	119.34	400.00	783.15	400.00	0.00	5.00	4.19	200.00	0.00	310.00	0.00
Cr	26.50	46.51	250.00	489.47	250.00	0.00	10.00	8.38	100.00	0.00	51.00	0.00
Cu	33.00	57.92	700.00	1370.52	700.00	0.00	30.00	25.13	500.00	0.00	32.00	0.00
Mn	125.00	219.38	500.00	978.94	500.00	0.00	45.00	37.70	750.00	0.00	170.00	0.00
V	75.00	131.63	25.00	48.95	25.00	0.00	4.00	3.35	83.00	0.00	4.50	0.00
Sn	5.00	8.78	70.00	137.05	70.00	0.00	3.00	2.51	500.00	0.00	4.80	0.00

	gesamt g/h (tr.)	Rohstoffe g/h (tr.)	Brennstoffe g/h (tr.)	Massenstrom g/h (tr.)	Konzentration µg/m³
Hg					
Cd	31.84	13.28	18.57	0.0541	0.80
Tl	28.76	22.65	6.12	0.3739	5.50
As	376.81	323.30	53.51	0.0867	1.27
Co	503.72	197.79	305.92	0.0957	1.41
Ni	1064.64	666.54	398.10	0.3194	4.70
Sb	487.78	83.44	404.34	0.1463	2.15
Pb	3146.78	2240.10	906.68	1.5734	23.14
Cr	1583.90	1039.54	544.35	0.1901	2.80
Cu	2186.66	733.10	1453.56	0.2034	2.99
Mn	14611.16	13375.15	1236.01	2.6300	38.68
V	1165.18	981.25	183.92	0.6059	8.91
Sn	262.02	113.68	148.34	0.1939	2.85

Szenario 1 - 80 % EBS - Kohlenstaub, Fluff (hochkalorisch)

	Kohlenstaub		Fluff (hoch)		Fluff (mittel)		Tiermehl		Trockenklärschlam		Holzspäne	
		867		3939		0		0		0		0
		10.0		0.6		0.6		3.6		10.0		5.0
	ppm(tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)
Hg	0.20	0.16	1.2	4.70	1.20	0.00	0.10	0.00	1.50	0.00	0.27	0.00
Cd	0.30	0.23	9.0	35.24	9.00	0.00	0.50	0.00	4.00	0.00	1.60	0.00
Tl	0.30	0.23	2.0	7.83	2.00	0.00	2.00	0.00	2.00	0.00	1.00	0.00
As	13.60	10.61	13.0	50.90	13.00	0.00	5.00	0.00	13.00	0.00	3.00	0.00
Co	16.70	13.03	140	548.21	140.00	0.00	3.00	0.00	12.00	0.00	5.20	0.00
Ni	45.00	35.10	160	626.52	160.00	0.00	40.00	0.00	100.00	0.00	15.20	0.00
Sb	2.50	1.95	200	783.15	200.00	0.00	10.00	0.00	100.00	0.00	4.80	0.00
Pb	68.00	53.04	400	1566.30	400.00	0.00	10.00	0.00	200.00	0.00	310.00	0.00
Cr	26.50	20.67	250	978.94	250.00	0.00	10.00	0.00	100.00	0.00	51.00	0.00
Cu	33.00	25.74	700	2741.03	700.00	0.00	30.00	0.00	500.00	0.00	32.00	0.00
Mn	125.00	97.50	500	1957.88	500.00	0.00	45.00	0.00	750.00	0.00	170.00	0.00
V	75.00	58.50	25.0	97.89	25.00	0.00	4.00	0.00	83.00	0.00	4.50	0.00
Sn	5.00	3.90	70.0	274.10	70.00	0.00	3.00	0.00	500.00	0.00	4.80	0.00

	gesamt g/h (tr.)	Rohstoffe g/h (tr.)	Brennstoffe g/h (tr.)	Massenstrom g/h (tr.)	Konzentration µg/m³
Hg					
Cd	48.75	13.28	35.48	0.08	1.22
Tl	30.71	22.65	8.07	0.40	5.87
As	384.82	323.30	61.51	0.09	1.30
Co	759.03	197.79	561.23	0.14	2.12
Ni	1328.16	666.54	661.62	0.40	5.86
Sb	868.55	83.44	785.10	0.26	3.83
Pb	3859.44	2240.10	1619.34	1.93	28.38
Cr	2039.15	1039.54	999.61	0.24	3.60
Cu	3499.87	733.10	2766.77	0.33	4.79
Mn	15430.53	13375.15	2055.38	2.78	40.85
V	1137.65	981.25	156.39	0.59	8.70
Sn	391.68	113.68	278.00	0.29	4.26

Szenario 2 - 80 % EBS - Kohlenstaub, Fluff (hochkalorisch), Fluff (mittelkalorisch), Tiermehl

	Kohlenstaub		Fluff (hoch)		Fluff (mittel)		Tiermehl		Trockenklärschlam		Holzspäne	
		867		1970		1693		869		0		0
		10.0		0.6		0.6		3.6		10.0		5.0
	ppm(tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)
Hg	0.20	0.16	1.20	2.35	1.20	2.02	0.10	0.08	1.50	0.00	0.27	0.00
Cd	0.30	0.23	9.00	17.62	9.00	15.14	0.50	0.42	4.00	0.00	1.60	0.00
Tl	0.30	0.23	2.00	3.92	2.00	3.37	2.00	1.68	2.00	0.00	1.00	0.00
As	13.60	10.61	13.00	25.45	13.00	21.87	5.00	4.19	13.00	0.00	3.00	0.00
Co	16.70	13.03	140.00	274.10	140.00	235.56	3.00	2.51	12.00	0.00	5.20	0.00
Ni	45.00	35.10	160.00	313.26	160.00	269.21	40.00	33.51	100.00	0.00	15.20	0.00
Sb	2.50	1.95	200.00	391.58	200.00	336.51	10.00	8.38	100.00	0.00	4.80	0.00
Pb	68.00	53.04	400.00	783.15	400.00	673.02	10.00	8.38	200.00	0.00	310.00	0.00
Cr	26.50	20.67	250.00	489.47	250.00	420.64	10.00	8.38	100.00	0.00	51.00	0.00
Cu	33.00	25.74	700.00	1370.52	700.00	1177.79	30.00	25.13	500.00	0.00	32.00	0.00
Mn	125.00	97.50	500.00	978.94	500.00	841.28	45.00	37.70	750.00	0.00	170.00	0.00
V	75.00	58.50	25.00	48.95	25.00	42.06	4.00	3.35	83.00	0.00	4.50	0.00
Sn	5.00	3.90	70.00	137.05	70.00	117.78	3.00	2.51	500.00	0.00	4.80	0.00

	gesamt g/h (tr.)	Rohstoffe g/h (tr.)	Brennstoffe g/h (tr.)	Massenstrom g/h (tr.)	Konzentration µg/m³
Hg					
Cd	46.69	13.28	33.42	0.08	1.17
Tl	31.84	22.65	9.19	0.41	6.09
As	385.43	323.30	62.12	0.09	1.30
Co	722.99	197.79	525.20	0.14	2.02
Ni	1317.62	666.54	651.08	0.40	5.81
Sb	821.86	83.44	738.41	0.25	3.63
Pb	3757.69	2240.10	1517.59	1.88	27.63
Cr	1978.70	1039.54	939.16	0.24	3.49
Cu	3332.27	733.10	2599.17	0.31	4.56
Mn	15330.56	13375.15	1955.41	2.76	40.58
V	1134.11	981.25	152.86	0.59	8.67
Sn	374.92	113.68	261.24	0.28	4.08

Szenario 3 - 80 % EBS - Kohlenstaub, Fluff (mittelkalorisch), Tiermehl

	Kohlenstaub		Fluff (hoch)		Fluff (mittel)		Tiermehl		Trockenklärschlam		Holzspäne	
		867		0		4063		1159		0		0
		10.0		0.6		0.6		3.6		10.0		5.0
	ppm(tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)
Hg	0.20	0.16	1.20	0.00	1.20	4.85	0.10	0.11	1.50	0.00	0.27	0.00
Cd	0.30	0.23	9.00	0.00	9.00	36.34	0.50	0.56	4.00	0.00	1.60	0.00
Tl	0.30	0.23	2.00	0.00	2.00	8.08	2.00	2.23	2.00	0.00	1.00	0.00
As	13.60	10.61	13.00	0.00	13.00	52.50	5.00	5.58	13.00	0.00	3.00	0.00
Co	16.70	13.03	140.00	0.00	140.00	565.34	3.00	3.35	12.00	0.00	5.20	0.00
Ni	45.00	35.10	160.00	0.00	160.00	646.10	40.00	44.68	100.00	0.00	15.20	0.00
Sb	2.50	1.95	200.00	0.00	200.00	807.63	10.00	11.17	100.00	0.00	4.80	0.00
Pb	68.00	53.04	400.00	0.00	400.00	1615.25	10.00	11.17	200.00	0.00	310.00	0.00
Cr	26.50	20.67	250.00	0.00	250.00	1009.53	10.00	11.17	100.00	0.00	51.00	0.00
Cu	33.00	25.74	700.00	0.00	700.00	2826.69	30.00	33.51	500.00	0.00	32.00	0.00
Mn	125.00	97.50	500.00	0.00	500.00	2019.06	45.00	50.26	750.00	0.00	170.00	0.00
V	75.00	58.50	25.00	0.00	25.00	100.95	4.00	4.47	83.00	0.00	4.50	0.00
Sn	5.00	3.90	70.00	0.00	70.00	282.67	3.00	3.35	500.00	0.00	4.80	0.00

	gesamt g/h (tr.)	Rohstoffe g/h (tr.)	Brennstoffe g/h (tr.)	Massenstrom g/h (tr.)	Konzentration µg/m³
Cd	50.41	13.28	37.14	0.09	1.26
Tl	33.19	22.65	10.54	0.43	6.35
As	391.99	323.30	68.69	0.09	1.33
Co	779.51	197.79	581.71	0.15	2.18
Ni	1392.42	666.54	725.88	0.42	6.14
Sb	904.19	83.44	820.74	0.27	3.99
Pb	3919.56	2240.10	1679.46	1.96	28.82
Cr	2080.92	1039.54	1041.37	0.25	3.67
Cu	3619.03	733.10	2885.94	0.34	4.95
Mn	15541.97	13375.15	2166.83	2.80	41.14
V	1145.17	981.25	163.92	0.60	8.76
Sn	403.60	113.68	289.92	0.30	4.39

Szenario 4 - 100 % EBS - Fluff (hochkalorisch), Tiermehl

	Kohlenstaub		Fluff (hoch)		Fluff (mittel)		Tiermehl		Trockenklärschlam		Holzspäne	
		0		2462		0		2897		0		0
		10.0		0.6		0.6		3.6		10.0		5.0
	ppm(tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)
Hg	0.20	0.00	1.20	2.94	1.20	0.00	0.10	0.28	1.50	0.00	0.27	0.00
Cd	0.30	0.00	9.00	22.03	9.00	0.00	0.50	1.40	4.00	0.00	1.60	0.00
Tl	0.30	0.00	2.00	4.89	2.00	0.00	2.00	5.58	2.00	0.00	1.00	0.00
As	13.60	0.00	13.00	31.82	13.00	0.00	5.00	13.96	13.00	0.00	3.00	0.00
Co	16.70	0.00	140.00	342.63	140.00	0.00	3.00	8.38	12.00	0.00	5.20	0.00
Ni	45.00	0.00	160.00	391.58	160.00	0.00	40.00	111.70	100.00	0.00	15.20	0.00
Sb	2.50	0.00	200.00	489.47	200.00	0.00	10.00	27.92	100.00	0.00	4.80	0.00
Pb	68.00	0.00	400.00	978.94	400.00	0.00	10.00	27.92	200.00	0.00	310.00	0.00
Cr	26.50	0.00	250.00	611.84	250.00	0.00	10.00	27.92	100.00	0.00	51.00	0.00
Cu	33.00	0.00	700.00	1713.14	700.00	0.00	30.00	83.77	500.00	0.00	32.00	0.00
Mn	125.00	0.00	500.00	1223.67	500.00	0.00	45.00	125.66	750.00	0.00	170.00	0.00
V	75.00	0.00	25.00	61.18	25.00	0.00	4.00	11.17	83.00	0.00	4.50	0.00
Sn	5.00	0.00	70.00	171.31	70.00	0.00	3.00	8.38	500.00	0.00	4.80	0.00

	gesamt g/h (tr.)	Rohstoffe g/h (tr.)	Brennstoffe g/h (tr.)	Massenstrom g/h (tr.)	Konzentration µg/m³
Cd	36.70	13.28	23.42	0.06	0.92
Tl	33.13	22.65	10.48	0.43	6.33
As	369.08	323.30	45.78	0.08	1.25
Co	548.80	197.79	351.01	0.10	1.53
Ni	1169.82	666.54	503.27	0.35	5.16
Sb	600.84	83.44	517.39	0.18	2.65
Pb	3246.96	2240.10	1006.86	1.62	23.87
Cr	1679.31	1039.54	639.76	0.20	2.96
Cu	2530.02	733.10	1796.92	0.24	3.46
Mn	14724.48	13375.15	1349.33	2.65	38.98
V	1053.61	981.25	72.35	0.55	8.06
Sn	293.37	113.68	179.69	0.22	3.19

Szenario 5 - 100 % EBS - Fluff (hochkalorisch), Fluff (tiefkalorisch), Trockenklärschlamm

	Kohlenstaub		Fluff (hoch)		Fluff (mittel)		Tiermehl		Trockenklärschlam		Holzspäne	
		0		2955		1354		0		1970		0
		10.0		0.6		0.6		3.6		10.0		5.0
	ppm(tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)
Hg	0.20	0.00	1.20	3.52	1.20	1.62	0.10	0.00	1.50	2.66	0.27	0.00
Cd	0.30	0.00	9.00	26.43	9.00	12.11	0.50	0.00	4.00	7.09	1.60	0.00
Tl	0.30	0.00	2.00	5.87	2.00	2.69	2.00	0.00	2.00	3.55	1.00	0.00
As	13.60	0.00	13.00	38.18	13.00	17.50	5.00	0.00	13.00	23.05	3.00	0.00
Co	16.70	0.00	140.00	411.15	140.00	188.45	3.00	0.00	12.00	21.27	5.20	0.00
Ni	45.00	0.00	160.00	469.89	160.00	215.37	40.00	0.00	100.00	177.27	15.20	0.00
Sb	2.50	0.00	200.00	587.36	200.00	269.21	10.00	0.00	100.00	177.27	4.80	0.00
Pb	68.00	0.00	400.00	1174.73	400.00	538.42	10.00	0.00	200.00	354.55	310.00	0.00
Cr	26.50	0.00	250.00	734.20	250.00	336.51	10.00	0.00	100.00	177.27	51.00	0.00
Cu	33.00	0.00	700.00	2055.77	700.00	942.23	30.00	0.00	500.00	886.36	32.00	0.00
Mn	125.00	0.00	500.00	1468.41	500.00	673.02	45.00	0.00	750.00	1329.55	170.00	0.00
V	75.00	0.00	25.00	73.42	25.00	33.65	4.00	0.00	83.00	147.14	4.50	0.00
Sn	5.00	0.00	70.00	205.58	70.00	94.22	3.00	0.00	500.00	886.36	4.80	0.00

	gesamt g/h (tr.)	Rohstoffe g/h (tr.)	Brennstoffe g/h (tr.)	Massenstrom g/h (tr.)	Konzentration µg/m³
Cd	58.91	13.28	45.64	0.10	1.47
Tl	34.76	22.65	12.11	0.45	6.64
As	402.03	323.30	78.72	0.09	1.36
Co	818.67	197.79	620.87	0.16	2.29
Ni	1529.07	666.54	862.53	0.46	6.75
Sb	1117.29	83.44	1033.84	0.34	4.93
Pb	4307.79	2240.10	2067.69	2.15	31.67
Cr	2287.53	1039.54	1247.99	0.27	4.04
Cu	4617.46	733.10	3884.37	0.43	6.32
Mn	16846.12	13375.15	3470.98	3.03	44.59
V	1235.46	981.25	254.21	0.64	9.45
Sn	1299.84	113.68	1186.16	0.96	14.15

Szenario 6 - 100 % EBS - Fluff (hochkalorisch), Tiermehl, Holzspäne

	Kohlenstaub		Fluff (hoch)		Fluff (mittel)		Tiermehl		Trockenklärschlam		Holzspäne	
		0		3447		0		579		0		1275
		10.0		0.6		0.6		3.6		10.0		5.0
	ppm(tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)
Hg	0.20	0.00	1.20	4.11	1.20	0.00	0.10	0.06	1.50	0.00	0.27	0.33
Cd	0.30	0.00	9.00	30.84	9.00	0.00	0.50	0.28	4.00	0.00	1.60	1.94
Tl	0.30	0.00	2.00	6.85	2.00	0.00	2.00	1.12	2.00	0.00	1.00	1.21
As	13.60	0.00	13.00	44.54	13.00	0.00	5.00	2.79	13.00	0.00	3.00	3.63
Co	16.70	0.00	140.00	479.68	140.00	0.00	3.00	1.68	12.00	0.00	5.20	6.30
Ni	45.00	0.00	160.00	548.21	160.00	0.00	40.00	22.34	100.00	0.00	15.20	18.40
Sb	2.50	0.00	200.00	685.26	200.00	0.00	10.00	5.58	100.00	0.00	4.80	5.81
Pb	68.00	0.00	400.00	1370.52	400.00	0.00	10.00	5.58	200.00	0.00	310.00	375.34
Cr	26.50	0.00	250.00	856.57	250.00	0.00	10.00	5.58	100.00	0.00	51.00	61.75
Cu	33.00	0.00	700.00	2398.40	700.00	0.00	30.00	16.75	500.00	0.00	32.00	38.75
Mn	125.00	0.00	500.00	1713.14	500.00	0.00	45.00	25.13	750.00	0.00	170.00	205.83
V	75.00	0.00	25.00	85.66	25.00	0.00	4.00	2.23	83.00	0.00	4.50	5.45
Sn	5.00	0.00	70.00	239.84	70.00	0.00	3.00	1.68	500.00	0.00	4.80	5.81

	gesamt g/h (tr.)	Rohstoffe g/h (tr.)	Brennstoffe g/h (tr.)	Massenstrom g/h (tr.)	Konzentration µg/m³
Hg					
Cd	46.33	13.28	33.05	0.08	1.16
Tl	31.83	22.65	9.18	0.41	6.08
As	374.27	323.30	50.97	0.09	1.27
Co	685.45	197.79	487.65	0.13	1.92
Ni	1255.49	666.54	588.95	0.38	5.54
Sb	780.10	83.44	696.65	0.23	3.44
Pb	3991.54	2240.10	1751.44	2.00	29.35
Cr	1963.45	1039.54	923.91	0.24	3.46
Cu	3187.00	733.10	2453.90	0.30	4.36
Mn	15319.26	13375.15	1944.11	2.76	40.55
V	1074.59	981.25	93.34	0.56	8.22
Sn	361.00	113.68	247.33	0.27	3.93

Szenario 7 - 100 % EBS - Fluff (hochkalorisch), Fluff (mittelkalorisch), Trockenklärschlamm, Holzspäne

	Kohlenstaub		Fluff (hoch)		Fluff (mittel)		Tiermehl		Trockenklärschlam		Holzspäne	
		0		2708		1693		0		985		637
		10.0		0.6		0.6		3.6		10.0		5.0
	ppm(tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)
Hg	0.20	0.00	1.20	3.23	1.20	2.02	0.10	0.00	1.50	1.33	0.27	0.16
Cd	0.30	0.00	9.00	24.23	9.00	15.14	0.50	0.00	4.00	3.55	1.60	0.97
Tl	0.30	0.00	2.00	5.38	2.00	3.37	2.00	0.00	2.00	1.77	1.00	0.61
As	13.60	0.00	13.00	35.00	13.00	21.87	5.00	0.00	13.00	11.52	3.00	1.82
Co	16.70	0.00	140.00	376.89	140.00	235.56	3.00	0.00	12.00	10.64	5.20	3.15
Ni	45.00	0.00	160.00	430.73	160.00	269.21	40.00	0.00	100.00	88.64	15.20	9.20
Sb	2.50	0.00	200.00	538.42	200.00	336.51	10.00	0.00	100.00	88.64	4.80	2.91
Pb	68.00	0.00	400.00	1076.83	400.00	673.02	10.00	0.00	200.00	177.27	310.00	187.67
Cr	26.50	0.00	250.00	673.02	250.00	420.64	10.00	0.00	100.00	88.64	51.00	30.88
Cu	33.00	0.00	700.00	1884.46	700.00	1177.79	30.00	0.00	500.00	443.18	32.00	19.37
Mn	125.00	0.00	500.00	1346.04	500.00	841.28	45.00	0.00	750.00	664.77	170.00	102.92
V	75.00	0.00	25.00	67.30	25.00	42.06	4.00	0.00	83.00	73.57	4.50	2.72
Sn	5.00	0.00	70.00	188.45	70.00	117.78	3.00	0.00	500.00	443.18	4.80	2.91

	gesamt g/h (tr.)	Rohstoffe g/h (tr.)	Brennstoffe g/h (tr.)	Massenstrom g/h (tr.)	Konzentration µg/m³
Hg					
Cd	57.16	13.28	43.89	0.10	1.43
Tl	33.77	22.65	11.13	0.44	6.46
As	393.51	323.30	70.21	0.09	1.33
Co	824.03	197.79	626.23	0.16	2.30
Ni	1464.32	666.54	797.78	0.44	6.46
Sb	1049.91	83.44	966.47	0.31	4.63
Pb	4354.90	2240.10	2114.80	2.18	32.02
Cr	2252.71	1039.54	1213.17	0.27	3.98
Cu	4257.90	733.10	3524.80	0.40	5.82
Mn	16330.15	13375.15	2955.01	2.94	43.23
V	1166.91	981.25	185.66	0.61	8.92
Sn	865.99	113.68	752.31	0.64	9.42

Szenario 8 - 100 % EBS - Fluff (hochkalorisch)

	Kohlenstaub		Fluff (hoch)		Fluff (mittel)		Tiermehl		Trockenklärschlam		Holzspäne	
		0		4924		0		0		0		0
		10.0		0.6		0.6		3.6		10.0		5.0
	ppm(tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)	ppm (tr.)	g/h (tr.)
Hg	0.20	0.00	1.20	5.87	1.20	0.00	0.10	0.00	1.50	0.00	0.27	0.00
Cd	0.30	0.00	9.00	44.05	9.00	0.00	0.50	0.00	4.00	0.00	1.60	0.00
Tl	0.30	0.00	2.00	9.79	2.00	0.00	2.00	0.00	2.00	0.00	1.00	0.00
As	13.60	0.00	13.00	63.63	13.00	0.00	5.00	0.00	13.00	0.00	3.00	0.00
Co	16.70	0.00	140.00	685.26	140.00	0.00	3.00	0.00	12.00	0.00	5.20	0.00
Ni	45.00	0.00	160.00	783.15	160.00	0.00	40.00	0.00	100.00	0.00	15.20	0.00
Sb	2.50	0.00	200.00	978.94	200.00	0.00	10.00	0.00	100.00	0.00	4.80	0.00
Pb	68.00	0.00	400.00	1957.88	400.00	0.00	10.00	0.00	200.00	0.00	310.00	0.00
Cr	26.50	0.00	250.00	1223.67	250.00	0.00	10.00	0.00	100.00	0.00	51.00	0.00
Cu	33.00	0.00	700.00	3426.29	700.00	0.00	30.00	0.00	500.00	0.00	32.00	0.00
Mn	125.00	0.00	500.00	2447.35	500.00	0.00	45.00	0.00	750.00	0.00	170.00	0.00
V	75.00	0.00	25.00	122.37	25.00	0.00	4.00	0.00	83.00	0.00	4.50	0.00
Sn	5.00	0.00	70.00	342.63	70.00	0.00	3.00	0.00	500.00	0.00	4.80	0.00

	gesamt g/h (tr.)	Rohstoffe g/h (tr.)	Brennstoffe g/h (tr.)	Massenstrom g/h (tr.)	Konzentration µg/m³
Hg					
Cd	57.33	13.28	44.05	0.10	1.43
Tl	32.44	22.65	9.79	0.42	6.20
As	386.93	323.30	63.63	0.09	1.31
Co	883.05	197.79	685.26	0.17	2.47
Ni	1449.69	666.54	783.15	0.43	6.40
Sb	1062.38	83.44	978.94	0.32	4.69
Pb	4197.98	2240.10	1957.88	2.10	30.87
Cr	2263.22	1039.54	1223.67	0.27	3.99
Cu	4159.39	733.10	3426.29	0.39	5.69
Mn	15822.49	13375.15	2447.35	2.85	41.88
V	1103.62	981.25	122.37	0.57	8.44
Sn	456.30	113.68	342.63	0.34	4.97

9.2 Schornsteinhöhenberechnung mit BESMIN – Protokolldatei

2021-11-30 15:20:35 BESMIN Version 1.0.1

IBJpluris Version 3.1.6

Berechnete Schornsteinhöhen hb (in m):

Stoff	S	eq	dq	vq	tq	zq	hb
Partikel	0,08	6,80E-01	1,5	33,0	145	0,0600	6,0
Schwefeldioxid	0,14	3,40E+00	1,5	33,0	145	0,0600	6,0
Stickstoffdioxid	0,1	8,43E+00	1,5	33,0	145	0,0600	7,0
Stickstoffdioxid - *Ausfall SCR*	0,1	1,48E+01	1,5	33,0	145	0,0600	11,0
Kohlenmonoxid	7,5	2,04E+02	1,5	33,0	145	0,0600	6,0
Stoffe-5.2.5-C	0,1	6,80E-01	1,5	33,0	145	0,0600	6,0
Benzol	0,005	3,40E-01	1,5	33,0	145	0,0600	6,0
Chlorwasserstoff	0,1	6,80E-01	1,5	33,0	145	0,0600	6,0
Fluorwasserstoff	0,0018	6,80E-02	1,5	33,0	145	0,0600	6,0
Quecksilber	1,3E-4	2,04E-03	1,5	33,0	145	0,0600	6,0
Stoffe-5.2.7-I	5,0E-5	3,40E-03	1,5	33,0	145	0,0600	6,0
Stoffe-5.2.2-III	0,1	3,40E-02	1,5	33,0	145	0,0600	6,0
Stoffe-5.2.2-II	0,05	3,40E-02	1,5	33,0	145	0,0600	6,0

9.3 Nebenquellen in Ist- und Planzustand

Tabelle 9-1 In der Ausbreitungsrechnung (Planzustand) berücksichtigte Staubnebenquellen des Zementwerks

Nummer	Bezeichnung	Ost- / Nordwert (UTM)	Quell-höhe	Tempe-ratur	Abgas-feuchte	Volumen-strom	Volumen-strom	Betriebs-stunden [1)]	Grenz-wert Staub	Emission Staub [1)]	Filtertyp (Korngrö-ßenvertei-lung)	Emission Staub
Einheit			m	°C	Vol.-%	m³/h i. B.	m³/h i. N. tr.	h/a	mg/m³	kg/h	-	g/s
ZQ10 / Nr. 105	Bandstraße Band 3 (Lühr)	32536123/ 5603764,5	10,6	80	1	1889	1455	5110	10	0,0085	pm-1: 60 % pm-2: 40 %	pm-1: 0,00141 pm-2: 0,00094
ZQ11 / Nr. 104	Bandstraße Band 2 (Bissinger)	32536162/ 50603784,3	8	80	1	2199	1684	5110	10	0,0098	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,00082 pm-2: 0,00191
ZQ12 / Nr. 107	Bandstraße Band 5 (Favorit)	32536062/ 5603743	5,9	80	1	2199	1684	2264	10	0,0044	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,00036 pm-2: 0,00084
ZQ13 / Nr. 101	MPS Staubsilo	32536060/ 5603706,2	23,2	80	1	900	689	8760	10	0,0069	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,00057 pm-2: 0,00134
ZQ14 / Nr. 103	MPS Mühle	32536045/ 5603736,5	25,9	40	3	60120	50864	8760	10	0,5086	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,04239 pm-2: 0,09890
ZQ15 / Nr. 73	Drehofen (Rohmehl-silo) 1	32536164/ 5603761,4	33,4	20	1	7500	6918	8760	10	0,0692	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,00577 pm-2: 0,01345
ZQ16 / Nr. 74	Drehofen (Rohmehl-silo) 2	32536160/ 5603772,1	33,1	20	1	7500	6918	8760	10	0,0692	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,00577 pm-2: 0,01345
ZQ19 / Nr. 82	Tiermehlsilo	32536093/ 5603745,2	23,3	20	1	900	830	200	10	0,0002	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,00002 pm-2: 0,00004
ZQ20 / Nr. 78	Drehofen (Klinkerband)	32536118/ 5603741	3,4	110	1	4501	3175	8760	10	0,0318	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,00265 pm-2: 0,00617
ZQ21 / Nr. 76	Drehofen (Klinkersilo 1)	32536131/ 5603759,7	28,8	80	1	10200	7810	8760	10	0,0781	pm-1: 60 % pm-2: 40 %	pm-1: 0,01302 pm-2: 0,00868
ZQ22 / Nr. 77	Drehofen (Klinkersilo 2)	32536114/ 5603751,7	29,2	80	1	10200	7810	8760	10	0,0781	pm-1: 60 % pm-2: 40 %	pm-1: 0,01302 pm-2: 0,00868
ZQ23 / Nr. 91	Thorwesten-Turm	32536100/ 5603743,5	11,7	20	1	4500	4151	1600	10	0,0076	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,00063 pm-2: 0,00147
ZQ24 / Nr. 90	Gips-Klinkerwaage (Bühler Miag)	32536067/ 5603735/6	13,7	20	1	25001	23061	6426	10	0,1692	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,01410 pm-2: 0,03289
ZQ25 / Nr. 87	Feinklinkersilo	32536050/ 5603720,5	23	80	1	1200	919	1020	10	0,0011	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,00009 pm-2: 0,00021

Nummer	Bezeichnung	Ost- / Nordwert (UTM)	Quell-höhe	Tempe-ratur	Abgas-feuchte	Volumen-strom	Volumen-strom	Betriebs-stunden [1)]	Grenz-wert Staub	Emission Staub [1)]	Filtertyp (Korngrö-ßenvertei-lung)	Emission Staub
ZQ27 / Nr. 85	Z-Mühle (Mühlenent-staubung)	32536073/ 5603724	20,8	90	1	24001	17869	6426	10	0,1311	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,0109 pm-2: 0,0255
ZQ26 / Nr. 88	Zementmühle Sichter	32536036/ 5603705	20,8	60	1	13000	10551	6426	10	0,0774	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,00645 pm-2: 0,01505
ZQ28 / Nr. 12	Betonsilo 6 (auf dem Silo)	32536037/ 5603672	33,8	20	1	1500	1384	989	10	0,0016	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,00013 pm-2: 0,00030
ZQ28a / Nr. 13	Betonsilo 6 Verla-dung (Stanelle)	32536072/ 5603657	6,2	20	1	2200	2029	800	10	0,0019	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,00015 pm-2: 0,00036
ZQ29 / Nr. 19	Stahlsilo 7 (DCE)	32536010/ 5603716,3	21,1	20	1	1200	1107	700	10	0,0009	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,00007 pm-2: 0,00017
ZQ30 / Nr. 22	Stahlsilo 9	32536026/ 5603727,5	20,7	20	1	1200	1107	700	10	0,0009	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,00007 pm-2: 0,00017
ZQ33 / Nr. 102	Eisen-Zwei-Sulfat Si-loaufsatzfilter	32536059/ 5603734,3	17,1	80	1	1200	919	4500	10	0,0047	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,00039 pm-2: 0,00092
ZQ35 / Nr. 14	Betonsilo 7 (auf dem Silo)	32536026/ 5603664,8	34,1	20	1	1500	1384	989	10	0,0016	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,00013 pm-2: 0,00030
ZQ35a / Nr. 15	Unter Betonsilo 7 (Zement)	32536004/ 5603658	6,2	20	1	1500	1384	800	10	0,0013	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,00011 pm-2: 0,00025
ZQ36 / Nr. 24	Stahlsilo 11	32536034/ 5603663,6	28,8	20	1	2200	2029	720	10	0,0017	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,00014 pm-2: 0,00032
ZQ37 / Nr. 26	Stahlsilo 12	32536029/ 5603660	28,2	20	1	2200	2029	720	10	0,0017	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,00014 pm-2: 0,00032
ZQ39 / Nr. 69	Trockentrommel Silo 5+6 (Bandstr. MPS)	32536185/ 5603741,9	6,4	20	1	2200	2029	8760	10	0,0203	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,00169 pm-2: 0,00394
ZQ40 / Nr. 72	Trockentrommel – Einlauf	32536144/ 5603717,4	12	20	1	1200	1107	8760	10	0,0111	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,00092 pm-2: 0,00215
ZQ42 / Nr. 79	Drehofen Klinker-band Lühr	32536082/ 5603676	3,4	80	1	2199	1684	8760	10	0,0168	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,00140 pm-2: 0,00327
ZQ43 / Nr. 83	Klinkerhalle Dreh-ofen (DOC)	32536150/ 5603784,4	5,2	40	1	1200	1036	50	10	0,0001	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,000005 pm-2: 0,000012
ZQ5 / Nr. 68	Trockentrommel Silo 4 hinter Flachsieb	32536172/ 5603745,9	17	20	1	3000	2767	8760	10	0,0277	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,00231 pm-2: 0,00538

Nummer	Bezeichnung	Ost- / Nordwert (UTM)	Quell-höhe	Tempe-ratur	Abgas-feuchte	Volumen-strom	Volumen-strom	Betriebs-stunden [1)]	Grenz-wert Staub	Emission Staub [1)]	Filtertyp (Korngrö-ßenvertei-lung)	Emission Staub
ZQ9 / Nr. 106	MPS Bandstraße Band 4 (Favorit)	32536094/ 5603751,8	10,8	80	1	2400	1838	5110	10	0,0107	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,00089 pm-2: 0,00208
AVN / Nr. 30	Rotorpacker Favorit Umbau	3256005/ 5603715,9	16,8	20	1	16800	15497	2815	10	0,0498	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,00415 pm-2: 0,00968
Nr. 195	Eimerabfüllanlage Silo 1 mit Abfüllplatz	32536022/ 5603843	4,5	20	1	900	830	728	10	0,0007	pm-1: 60 % pm-2: 40 %	pm-1: 0,00012 pm-2: 0,00008
ZQ2 / Nr. 65	Trockentrommel Silo 1 hinter Sieb	32536172/ 5603734,6	23	30	1	3000	2676	8760	10	0,0268	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,00223 pm-2: 0,00520
ZQ3 / Nr. 66	Trockentrommel Silo 2 hinter Sieb	32536181/ 5603737	23	30	1	3000	2676	8760	10	0,0268	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,00223 pm-2: 0,00520
ZQ4 / Nr. 67	Trockentrommel Silo 3 hinter Sieb	32536184/ 5603740,3	23	30	1	3000	2676	8760	10	0,0268	pm-1: 30 % pm-2: 70 %	pm-1: 0,00223 pm-2: 0,00520

1) Hinweis: Für Emissionsquellen mit einer Laufzeit > 6.500 h wurde ganzjährig der maximale Staubemissionsmassenstrom berücksichtigt [Volumenstrom i. N. tr. multipliziert mit Emissionsgrenzwert]; für Emissionsquellen mit einer Laufzeit < 6.500 h wurde der Staubemissionsmassenstrom reduziert um das Verhältnis „tatsächliche Betriebszeit" zu 8.760 Jahresstunden

9.4 Protokolldatei AUSTAL – Istzustand (Hauptkamin)

D:\Daten_IMA_Projekte\20-10-03-S-MuesVDZOtterbein\5 Sim\C_Aus\Lasat\V03\istzustand_OtterbeinV03\

Für die Geländehöhen wurden außerdem noch 6 Dateien srfa0i1.dmna, i=1,..6 für jedes Rechengitter vorgegeben, die wegen ihres Umfangs hier in der Text-Dokumentation keine Aufnahme finden konnten.

param.def

```
  Ident = "ZKG   Otterbein   LaufA ISTZUSTAND"
  Seed = 11111
  Interval = 01:00:00
  Refdate = 2020-01-01T00:00:00+0100
  Start = 00:00:00
  End = 366.00:00:00
  Average = 24
```

sources.def

```
! Nr |     Xq     Yq     Hq    Aq    Bq    Cq     Wq      Dq      Vq     Tt      Wl
Q  01 |  6136.2  3730.5   47.0   0.0   0.0   0.0    0.0   1.500  28.300  145.0  0.06000
```

substances.def

```
  Name = gas
  Unit = g
  Rate = 32.00000
  Vsed = 0.0000
! Substance |       Vdep       Refc       Refd       Rfak  Rexp
K  so2      |  1.000e-02  5.000e-05  3.171e-09  2.000e-05  1.00
K  nox      |  0.000e+00  3.000e-05  0.000e+00  0.000e+00  1.00
K  no2      |  3.000e-03  4.000e-05  3.171e-09  1.000e-07  1.00
K  no       |  5.000e-04  0.000e+00  3.171e-09  0.000e+00  1.00
K  nh3      |  1.000e-02  3.000e-06  3.171e-09  1.200e-04  0.60
K  bzl      |  0.000e+00  5.000e-06  0.000e+00  0.000e+00  1.00
K  f        |  0.000e+00  4.000e-07  0.000e+00  0.000e+00  1.00
K  pm-1     |  1.000e-03  4.000e-05  4.051e-06  3.000e-05  0.80
K  pm-2     |  1.000e-02  4.000e-05  4.051e-06  1.500e-04  0.80
K  pm25-1   |  1.000e-03  2.500e-05  0.000e+00  3.000e-05  0.80
K  pb-1     |  1.000e-03  5.000e-07  1.157e-09  3.000e-05  0.80
K  pb-2     |  1.000e-02  5.000e-07  1.157e-09  1.500e-04  0.80
K  as-1     |  1.000e-03  0.000e+00  4.630e-11  3.000e-05  0.80
K  as-2     |  1.000e-02  0.000e+00  4.630e-11  1.500e-04  0.80
```

K cd-1 | 1.000e-03 2.000e-08 2.315e-11 3.000e-05 0.80

K cd-2 | 1.000e-02 2.000e-08 2.315e-11 1.500e-04 0.80

K ni-1 | 1.000e-03 0.000e+00 1.736e-10 3.000e-05 0.80

K ni-2 | 1.000e-02 0.000e+00 1.736e-10 1.500e-04 0.80

K hg | 5.000e-03 0.000e+00 1.157e-11 1.000e-04 0.70

K tl-1 | 1.000e-03 0.000e+00 2.315e-11 3.000e-05 0.80

K tl-2 | 1.000e-02 0.000e+00 2.315e-11 1.500e-04 0.80

K dx-1 | 1.000e-03 0.000e+00 1.042e-16 3.000e-05 0.80

K dx-2 | 1.000e-02 0.000e+00 1.042e-16 1.500e-04 0.80

chemics.def

! created\from | gas.no

C gas.no2 | ?

C gas.no | ?

emissions.def

! SOURCE | gas.so2 gas.nox gas.no2 gas.no gas.nh3 gas.bzl gas.f gas.pm-1 gas.pm-2 gas.pm25-1 gas.pb-1 gas.pb-2 gas.as-1 gas.as-2 gas.cd-1 gas.cd-2 gas.ni-1 gas.ni-2 gas.hg gas.tl-1 gas.tl-2 gas.dx-1 gas.dx-2

E 01 | 3.778e+00 4.344e+00 2.172e-01 2.692e+00 1.133e+00 9.444e-02 1.889e-02 1.511e-01 3.778e-02 1.511e-01 7.556e-03 1.889e-03 7.556e-04 1.889e-04 7.556e-04 1.889e-04 7.556e-03 1.889e-03 5.667e-04 7.556e-04 1.889e-04 1.511e-09 3.778e-10

grid.def

RefX = 530000.0

RefY = 5600000.0

Ggcs = UTM

Sk = { 0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 48.0 51.0 54.0 57.0 60.0 63.0 66.0 69.0 72.0 75.0 78.0 81.0 84.0 87.0 90.0 93.0 96.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0 }

Nzd = 1

FLAGS=+NESTED+BODIES

! Nm | Nl Ni Nt Pt Dd Xmin Ymin Nx Ny Nz

N N1 | 1 1 3 3 128.0 3072.0 768.0 46 46 44

N N2 | 2 1 3 3 64.0 4608.0 2304.0 46 46 44

N N3 | 3 1 3 3 32.0 5376.0 3008.0 46 46 44

N N4 | 4 1 3 3 16.0 5600.0 3200.0 68 68 44

N N5 | 5 1 3 3 8.0 5632.0 3232.0 130 128 44

N N6 | 6 1 3 3 4.0 5792.0 3448.0 156 140 32

bodies.def

RFile = ~Gebäude_IST.dmna

2021-10-27 04:40:33 LOPREP_1.1.10

Auswertung der Ergebnisse für "istzustand_OtterbeinV03"

DEP: Jahres-/Langzeitmittel der gesamten Deposition

DRY: Jahres-/Langzeitmittel der trockenen Deposition

WET: Jahres-/Langzeitmittel der nassen Deposition

J00: Jahres-/Langzeitmittel der Konzentration/Geruchsstundenhäufigkeit

Tnn: Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

Snn: Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

Maximalwerte, Deposition

AS DEP 1,165e+01 µg/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

AS DRY 4,121e-02 µg/(m²*d) (+/- 2,9%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

AS WET 1,165e+01 µg/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

CD DEP 1,165e+01 µg/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

CD DRY 4,121e-02 µg/(m²*d) (+/- 2,9%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

CD WET 1,165e+01 µg/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

DX DEP 2,329e+01 pg/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

DX DRY 8,242e-02 pg/(m²*d) (+/- 2,9%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

DX WET 2,329e+01 pg/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

HG DEP 1,284e+01 µg/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

HG DRY 4,446e-02 µg/(m²*d) (+/- 2,9%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

HG WET 1,284e+01 µg/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

NH3 DEP 1,131e+02 kg/(ha*a) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

NH3 DRY 6,391e-01 kg/(ha*a) (+/- 2,9%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

NH3 WET 1,131e+02 kg/(ha*a) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

NI DEP 1,165e+02 µg/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

NI DRY 4,121e-01 µg/(m²*d) (+/- 2,9%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

NI WET 1,165e+02 µg/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

NO DEP 7,750e-02 kg/(ha*a) (+/- 2,9%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

NO DRY 7,750e-02 kg/(ha*a) (+/- 2,9%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

NO WET 0,000e+00 kg/(ha*a) (+/- 0,0%)

NO2 DEP 4,631e-02 kg/(ha*a) (+/- 2,9%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

NO2 DRY 4,511e-02 kg/(ha*a) (+/- 3,0%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

NO2 WET 1,918e-02 kg/(ha*a) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

PB DEP 1,165e+02 µg/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

PB DRY 4,121e-01 µg/(m²*d) (+/- 2,9%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

PB WET 1,165e+02 µg/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

PM DEP 2,329e-03 g/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

PM DRY 8,242e-06 g/(m²*d) (+/- 2,9%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

PM WET 2,329e-03 g/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

SO2 DEP 6,653e+01 kg/(ha*a) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

SO2 DRY 2,133e+00 kg/(ha*a) (+/- 2,9%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

SO2 WET 6,653e+01 kg/(ha*a) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

TL DEP 1,165e+01 µg/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

TL DRY 4,121e-02 µg/(m²*d) (+/- 2,9%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

TL WET 1,165e+01 µg/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

Maximalwerte, Konzentration bei z=1,5 m

AS J00 1,686e-04 µg/m³ (+/- 1,7%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

BZL J00 1,700e-02 µg/m³ (+/- 1,7%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

CD J00 1,686e-04 µg/m³ (+/- 1,7%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

DX J00 3,371e-04 pg/m³ (+/- 1,7%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

F J00 3,401e-03 µg/m³ (+/- 1,7%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

HG J00 1,004e-04 µg/m³ (+/- 1,7%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

NH3 J00 1,983e-01 µg/m³ (+/- 1,7%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

NI J00 1,686e-03 µg/m³ (+/- 1,7%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

NO J00 4,777e-01 µg/m³ (+/- 1,7%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

NO2 J00 4,757e-02 µg/m³ (+/- 1,9%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

NO2 S00 3,358e+01 µg/m³ (+/- 2,9%) bei x= 4416 m, y= 3904 m (6: 11, 25)

NO2 S18 2,194e+00 µg/m³ (+/- 11,9%) bei x= 5846 m, y= 3850 m (1: 14,101)

NOX J00 7,821e-01 µg/m³ (+/- 1,7%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

PB J00 1,686e-03 µg/m³ (+/- 1,7%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

PM J00 3,371e-02 µg/m³ (+/- 1,7%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

PM T00 1,050e+00 µg/m³ (+/- 4,1%) bei x= 6398 m, y= 3766 m (1:152, 80)

PM T35 9,242e-02 µg/m³ (+/- 17,5%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

PM25 J00 2,710e-02 µg/m³ (+/- 1,7%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

SO2 J00 6,621e-01 µg/m³ (+/- 1,7%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

SO2 T00 2,072e+01 µg/m³ (+/- 4,1%) bei x= 6398 m, y= 3766 m (1:152, 80)

SO2 T03 1,088e+01 µg/m³ (+/- 7,0%) bei x= 6166 m, y= 3770 m (1: 94, 81)

SO2 S00 8,574e+01 µg/m³ (+/- 80,8%) bei x= 6006 m, y= 3838 m (1: 54, 98)

SO2 S24 2,707e+01 µg/m³ (+/- 18,5%) bei x= 5826 m, y= 3870 m (1: 9,106)

TL J00 1,686e-04 µg/m³ (+/- 1,7%) bei x= 6166 m, y= 3762 m (1: 94, 79)

9.5 Protokolldatei AUSTAL – Planzustand (Planzustand)

D:\Daten_IMA_Projekte\20-10-03-S-MuesVDZOtterbein\5-Sim\C_Aus\Lasat\V03\planzustand_OtterbeinV03\

Für die Geländehöhen wurden außerdem noch 6 Dateien srfa0i1.dmna, i=1,..6 für jedes Rechengitter vorgegeben, die wegen ihres Umfangs hier in der Text-Dokumentation keine Aufnahme finden konnten.

param.def

```
  Ident = "ZKG   Otterbein   LaufB PLANZUSTAND"
  Seed = 11111
  Interval = 01:00:00
  Refdate = 2020-01-01T00:00:00+0100
  Start = 00:00:00
  End = 366.00:00:00
  Average = 24
  Flags = +MAXIMA+PLURIS+CHEM
```

sources.def

```
! Nr |     Xq     Yq     Hq    Aq    Bq    Cq     Wq      Dq      Vq     Tt      Wl
Q  01 |  6136.2  3730.5   47.0   0.0   0.0   0.0    0.0   1.500  33.000  145.0  0.06000
```

substances.def

```
  Name = gas
  Unit = g
  Rate = 32.00000
  Vsed = 0.0000
! Substance |       Vdep       Refc       Refd       Rfak  Rexp
K  so2      |  1.000e-02  5.000e-05  3.171e-09  2.000e-05  1.00
K  nox      |  0.000e+00  3.000e-05  0.000e+00  0.000e+00  1.00
K  no2      |  3.000e-03  4.000e-05  3.171e-09  1.000e-07  1.00
K  no       |  5.000e-04  0.000e+00  3.171e-09  0.000e+00  1.00
K  nh3      |  1.000e-02  3.000e-06  3.171e-09  1.200e-04  0.60
K  bzl      |  0.000e+00  5.000e-06  0.000e+00  0.000e+00  1.00
K  f        |  0.000e+00  4.000e-07  0.000e+00  0.000e+00  1.00
K  pm-1     |  1.000e-03  4.000e-05  4.051e-06  3.000e-05  0.80
K  pm-2     |  1.000e-02  4.000e-05  4.051e-06  1.500e-04  0.80
K  pm25-1   |  1.000e-03  2.500e-05  0.000e+00  3.000e-05  0.80
K  pb-1     |  1.000e-03  5.000e-07  1.157e-09  3.000e-05  0.80
K  pb-2     |  1.000e-02  5.000e-07  1.157e-09  1.500e-04  0.80
K  as-1     |  1.000e-03  0.000e+00  4.630e-11  3.000e-05  0.80
```

K as-2 | 1.000e-02 0.000e+00 4.630e-11 1.500e-04 0.80

K cd-1 | 1.000e-03 2.000e-08 2.315e-11 3.000e-05 0.80

K cd-2 | 1.000e-02 2.000e-08 2.315e-11 1.500e-04 0.80

K ni-1 | 1.000e-03 0.000e+00 1.736e-10 3.000e-05 0.80

K ni-2 | 1.000e-02 0.000e+00 1.736e-10 1.500e-04 0.80

K hg | 5.000e-03 0.000e+00 1.157e-11 1.000e-04 0.70

K tl-1 | 1.000e-03 0.000e+00 2.315e-11 3.000e-05 0.80

K tl-2 | 1.000e-02 0.000e+00 2.315e-11 1.500e-04 0.80

K dx-1 | 1.000e-03 0.000e+00 1.042e-16 3.000e-05 0.80

K dx-2 | 1.000e-02 0.000e+00 1.042e-16 1.500e-04 0.80

chemics.def

! created\from | gas.no

C gas.no2 | ?

C gas.no | ?

emissions.def

! SOURCE | gas.so2 gas.nox gas.no2 gas.no gas.nh3 gas.bzl gas.f gas.pm-1 gas.pm-2 gas.pm25-1 gas.pb-1 gas.pb-2 gas.as-1 gas.as-2 gas.cd-1 gas.cd-2 gas.ni-1 gas.ni-2 gas.hg gas.tl-1 gas.tl-2 gas.dx-1 gas.dx-2

E 01 | 9.444e-01 3.778e+00 1.889e-01 2.341e+00 5.667e-01 9.444e-02 1.889e-02 1.511e-01 3.778e-02 1.511e-01 7.556e-03 1.889e-03 7.556e-04 1.889e-04 7.556e-04 1.889e-04 7.556e-03 1.889e-03 5.667e-04 7.556e-04 1.889e-04 1.511e-09 3.778e-10

grid.def

RefX = 530000.0

RefY = 5600000.0

Ggcs = UTM

Sk = { 0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 48.0 51.0 54.0 57.0 60.0 63.0 66.0 69.0 72.0 75.0 78.0 81.0 84.0 87.0 90.0 93.0 96.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0 }

Nzd = 1 FLAGS=+NESTED+BODIES

! Nm | Nl Ni Nt Pt Dd Xmin Ymin Nx Ny Nz

N N1 | 1 1 3 3 128.0 3072.0 768.0 46 46 44

N N2 | 2 1 3 3 64.0 4608.0 2304.0 46 46 44

N N3 | 3 1 3 3 32.0 5376.0 3008.0 46 46 44

N N4 | 4 1 3 3 16.0 5600.0 3200.0 68 68 44

N N5 | 5 1 3 3 8.0 5632.0 3232.0 130 128 44

N N6 | 6 1 3 3 4.0 5792.0 3448.0 156 140 32

bodies.def

RFile = ~Gebäude_PLAN.dmna

2021-11-10 09:37:57 LOPREP_1.1.10

Auswertung der Ergebnisse für "planzustand_OtterbeinV03"

DEP: Jahres-/Langzeitmittel der gesamten Deposition

DRY: Jahres-/Langzeitmittel der trockenen Deposition

WET: Jahres-/Langzeitmittel der nassen Deposition

J00: Jahres-/Langzeitmittel der Konzentration/Geruchsstundenhäufigkeit

Tnn: Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

Snn: Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

Maximalwerte, Deposition

AS DEP 1,165e+01 µg/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

AS DRY 2,845e-02 µg/(m²*d) (+/- 3,3%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

AS WET 1,165e+01 µg/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

CD DEP 1,165e+01 µg/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

CD DRY 2,845e-02 µg/(m²*d) (+/- 3,3%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

CD WET 1,165e+01 µg/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

DX DEP 2,329e+01 pg/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

DX DRY 5,690e-02 pg/(m²*d) (+/- 3,3%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

DX WET 2,329e+01 pg/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

HG DEP 1,284e+01 µg/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

HG DRY 3,063e-02 µg/(m²*d) (+/- 3,3%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

HG WET 1,284e+01 µg/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

NH3 DEP 5,654e+01 kg/(ha*a) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

NH3 DRY 2,212e-01 kg/(ha*a) (+/- 3,3%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

NH3 WET 5,654e+01 kg/(ha*a) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

NI DEP 1,165e+02 µg/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

NI DRY 2,845e-01 µg/(m²*d) (+/- 3,3%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

NI WET 1,165e+02 µg/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

NO DEP 4,623e-02 kg/(ha*a) (+/- 3,3%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

NO DRY 4,623e-02 kg/(ha*a) (+/- 3,3%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

NO WET 0,000e+00 kg/(ha*a) (+/- 0,0%)

NO2 DEP 2,765e-02 kg/(ha*a) (+/- 3,5%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

NO2 DRY 2,704e-02 kg/(ha*a) (+/- 3,5%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

NO2 WET 1,668e-02 kg/(ha*a) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

PB DEP 1,165e+02 µg/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

PB DRY 2,845e-01 µg/(m²*d) (+/- 3,3%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

PB WET 1,165e+02 µg/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

PM DEP 2,329e-03 g/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

PM DRY 5,690e-06 g/(m²*d) (+/- 3,3%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

PM WET 2,329e-03 g/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

SO2 DEP 1,663e+01 kg/(ha*a) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

SO2 DRY 3,689e-01 kg/(ha*a) (+/- 3,3%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

SO2 WET 1,663e+01 kg/(ha*a) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

TL DEP 1,165e+01 µg/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

TL DRY 2,845e-02 µg/(m²*d) (+/- 3,3%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

TL WET 1,165e+01 µg/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6138 m, y= 3730 m (1: 87, 71)

Maximalwerte, Konzentration bei z=1,5 m

AS J00 1,136e-04 µg/m³ (+/- 1,9%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

BZL J00 1,144e-02 µg/m³ (+/- 1,9%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

CD J00 1,136e-04 µg/m³ (+/- 1,9%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

DX J00 2,272e-04 pg/m³ (+/- 1,9%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

F J00 2,288e-03 µg/m³ (+/- 1,9%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

HG J00 6,781e-05 µg/m³ (+/- 1,9%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

NH3 J00 6,721e-02 µg/m³ (+/- 1,9%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

NI J00 1,136e-03 µg/m³ (+/- 1,9%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

NO J00 2,793e-01 µg/m³ (+/- 1,9%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

NO2 J00 2,812e-02 µg/m³ (+/- 2,5%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

NO2 S00 2,974e+01 µg/m³ (+/- 3,8%) bei x= 4160 m, y= 4032 m (6: 9, 26)

NO2 S18 1,498e+00 µg/m³ (+/- 21,3%) bei x= 5866 m, y= 3874 m (1: 19,107)

NOX J00 4,575e-01 µg/m³ (+/- 1,9%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

PB J00 1,136e-03 µg/m³ (+/- 1,9%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

PM J00 2,272e-02 µg/m³ (+/- 1,9%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

PM T00 8,906e-01 µg/m³ (+/- 3,3%) bei x= 6460 m, y= 3764 m (2:104, 67)

PM T35 7,532e-02 µg/m³ (+/- 21,9%) bei x= 6178 m, y= 3794 m (1: 97, 87)

PM25 J00 1,824e-02 µg/m³ (+/- 1,9%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

SO2 J00 1,121e-01 µg/m³ (+/- 1,9%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

SO2 T00 4,381e+00 µg/m³ (+/- 3,3%) bei x= 6460 m, y= 3764 m (2:104, 67)

SO2 T03 2,192e+00 µg/m³ (+/- 3,3%) bei x= 6196 m, y= 3780 m (2: 71, 69)

SO2 S00 1,652e+01 µg/m³ (+/- 99,9%) bei x= 6158 m, y= 3762 m (1: 92, 79)

SO2 S24 5,421e+00 µg/m³ (+/- 7,2%) bei x= 6412 m, y= 3772 m (2: 98, 68)

TL J00 1,136e-04 µg/m³ (+/- 1,9%) bei x= 6194 m, y= 3778 m (1:101, 83)

9.6 Protokolldatei AUSTAL – Istzustand (Staubnebenquellen)

param.def

Ident = "ZKG Otterbein LaufB PLANZUSTAND STAUB"

Seed = 11111

Interval = 01:00:00

Refdate = 2020-01-01T00:00:00+0100

Start = 00:00:00

End = 366.00:00:00

Average = 24

Flags = +MAXIMA+PLURIS

substances.def

Name = gas

Unit = g

Rate = 32.00000

Vsed = 0.0000

! Substance | Vdep Refc Refd Rfak Rexp

K pm-1 | 1.000e-03 4.000e-05 4.051e-06 3.000e-05 0.80

K pm-2 | 1.000e-02 4.000e-05 4.051e-06 1.500e-04 0.80

K pm25-1 | 1.000e-03 2.500e-05 0.000e+00 3.000e-05 0.80

grid.def

RefX = 530000.0

RefY = 5600000.0

Ggcs = UTM

Sk = { 0.0 3.0 6.0 9.0 12.0 15.0 18.0 21.0 24.0 27.0 30.0 33.0 36.0 39.0 42.0 45.0 48.0 51.0 54.0 57.0 60.0 63.0 66.0 69.0 72.0 75.0 78.0 81.0 84.0 87.0 90.0 93.0 96.0 100.0 150.0 200.0 300.0 400.0 500.0 600.0 700.0 800.0 1000.0 1200.0 1500.0 }

Nzd = 1

FLAGS=+NESTED+BODIES

! Nm | Nl Ni Nt Pt Dd Xmin Ymin Nx Ny Nz

N N1 | 1 1 3 3 128.0 3072.0 768.0 46 46 44

N N2 | 2 1 3 3 64.0 4608.0 2304.0 46 46 44

N N3 | 3 1 3 3 32.0 5376.0 3008.0 46 46 44

N N4 | 4 1 3 3 16.0 5600.0 3200.0 68 68 44

N N5 | 5 1 3 3 8.0 5632.0 3232.0 130 128 44

N N6 | 6 1 3 3 4.0 5792.0 3448.0 156 140 32

sources.def

! Nr | Xq Yq Hq Aq Bq Cq Wq Fq Fr Dq Vq Sh Sv Tt Wl Rh Vw Lw Ts Rt Iq

Q 01 | 6136.2 3730.5 47.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 1.500 33.000 0.000 0.000 145.0 0.06000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 02 | 6123.3 3764.5 10.6 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 03 | 6162.4 3784.3 8.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 04 | 6062.0 3743.0 5.9 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 05 | 6060.4 3706.2 23.2 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 06 | 6045.3 3736.5 25.9 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 07 | 6146.3 3761.4 33.4 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 08 | 6159.8 3772.1 33.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 09 | 6092.6 3745.2 23.3 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 10 | 6118.0 3741.0 3.4 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 11 | 6130.5 3759.7 28.8 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 12 | 6114.2 3751.7 29.2 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 13 | 6100.4 3743.5 11.7 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 14 | 6066.8 3735.6 13.7 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 15 | 6050.5 3720.5 23.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 16 | 6073.0 3724.0 20.8 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 17 | 6036.0 3705.0 20.8 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 18 | 6036.6 3672.1 33.8 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 19 | 6072.0 3657.0 6.2 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 20 | 6010.0 3716.3 21.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 21 | 6026.2 3727.5 20.7 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 22 | 6058.8 3734.3 17.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 23 | 6025.8 3664.8 34.1 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 24 | 6004.0 3658.0 6.2 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 25 | 6033.7 3663.6 28.8 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 26 | 6029.0 3660.0 28.2 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 27 | 6184.7 3741.9 6.4 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 28 | 6144.2 3717.4 12.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 29 | 6082.0 3676.0 3.4 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 30 | 6150.4 3784.4 5.2 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 31 | 6172.1 3745.9 17.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 32 | 6093.8 3751.8 10.8 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 33 | 6005.0 3715.9 16.8 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 34 | 6022.0 3843.0 4.5 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 35 | 6171.6 3734.6 23.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 36 | 6181.0 3737.0 23.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

Q 37 | 6184.4 3740.3 23.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0.0 0 0.000 0.000 0.000 0.000 0.0 0.00000 0.0 0.00000 0.00000 -1.000 0.100 0

emissions.def

! SOURCE | gas.pm-1 gas.pm-2 gas.pm25-1

E 01 | 1.511e-01 3.778e-02 1.511e-01

E 02 | 1.415e-03 9.431e-04 1.415e-03

E 03 | 8.186e-04 1.910e-03 8.186e-04

E 04 | 3.627e-04 8.463e-04 3.627e-04

E 05 | 5.742e-04 1.340e-03 5.742e-04

E 06 | 4.239e-02 9.890e-02 4.239e-02

E 07 | 5.765e-03 1.345e-02 5.765e-03

E 08 | 5.765e-03 1.345e-02 5.765e-03

E 09 | 1.579e-05 3.685e-05 1.579e-05

E 10 | 2.646e-03 6.174e-03 2.646e-03

E 11 | 1.302e-02 8.678e-03 1.302e-02

E 12 | 1.302e-02 8.678e-03 1.302e-02

E 13 | 6.318e-04 1.474e-03 6.318e-04

E 14 | 1.410e-02 3.289e-02 1.410e-02

E 15 | 8.917e-05 2.081e-04 8.917e-05

E	16 |	1.092e-02	2.549e-02	1.092e-02
E	17 |	6.450e-03	1.505e-02	6.450e-03
E	18 |	1.302e-04	3.038e-04	1.302e-04
E	19 |	1.544e-04	3.603e-04	1.544e-04
E	20 |	7.372e-05	1.720e-04	7.372e-05
E	21 |	7.372e-05	1.720e-04	7.372e-05
E	22 |	3.934e-04	9.180e-04	3.934e-04
E	23 |	1.302e-04	3.038e-04	1.302e-04
E	24 |	1.053e-04	2.458e-04	1.053e-04
E	25 |	1.390e-04	3.243e-04	1.390e-04
E	26 |	1.390e-04	3.243e-04	1.390e-04
E	27 |	1.691e-03	3.945e-03	1.691e-03
E	28 |	9.225e-04	2.153e-03	9.225e-04
E	29 |	1.403e-03	3.274e-03	1.403e-03
E	30 |	4.928e-06	1.150e-05	4.928e-06
E	31 |	2.306e-03	5.380e-03	2.306e-03
E	32 |	8.935e-04	2.085e-03	8.935e-04
E	33 |	4.150e-03	9.683e-03	4.150e-03
E	34 |	1.150e-04	7.666e-05	1.150e-04
E	35 |	2.230e-03	5.203e-03	2.230e-03
E	36 |	2.230e-03	5.203e-03	2.230e-03
E	37 |	2.230e-03	5.203e-03	2.230e-03

bodies.def

RFile = ~Gebäude_PLAN.dmna

meteo.def

version = 5.3

z0 = 0.200

d0 = 1.200

xa = 5184.0

ya = 3136.0

ha = 33.6

ua = ?

ra = ?

km = ?

zgmean = 309

WindLib = ~..\pWFB_plan_210608\lib

prec = ?

refdate = 2020-01-01T00:00:00+0100

wind = ?

2021-11-24 06:50:49 LOPREP_1.1.10

Auswertung der Ergebnisse für "planzustand_OtterbeinV03staub"

DEP: Jahres-/Langzeitmittel der gesamten Deposition

DRY: Jahres-/Langzeitmittel der trockenen Deposition

WET: Jahres-/Langzeitmittel der nassen Deposition

J00: Jahres-/Langzeitmittel der Konzentration/Geruchsstundenhäufigkeit

Tnn: Höchstes Tagesmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

Snn: Höchstes Stundenmittel der Konzentration mit nn Überschreitungen

Maximalwerte, Deposition

PM DEP 7,311e-01 g/(m²*d) (+/- 0,1%) bei x= 6118 m, y= 3738 m (1: 82, 73)

PM DRY 7,187e-01 g/(m²*d) (+/- 0,1%) bei x= 6118 m, y= 3738 m (1: 82, 73)

PM WET 1,846e-02 g/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6046 m, y= 3738 m (1: 64, 73)

PM25 DEP 3,714e-02 g/(m²*d) (+/- 0,1%) bei x= 6118 m, y= 3738 m (1: 82, 73)

PM25 DRY 3,607e-02 g/(m²*d) (+/- 0,1%) bei x= 6118 m, y= 3738 m (1: 82, 73)

PM25 WET 1,463e-03 g/(m²*d) (+/- 0,0%) bei x= 6046 m, y= 3738 m (1: 64, 73)

Maximalwerte, Konzentration bei z=1,5 m

PM J00 1,727e+03 µg/m³ (+/- 0,0%) bei x= 6118 m, y= 3738 m (1: 82, 73)

PM T00 4,241e+03 µg/m³ (+/- 0,7%) bei x= 6118 m, y= 3738 m (1: 82, 73)

PM T35 2,908e+03 µg/m³ (+/- 0,8%) bei x= 6118 m, y= 3738 m (1: 82, 73)

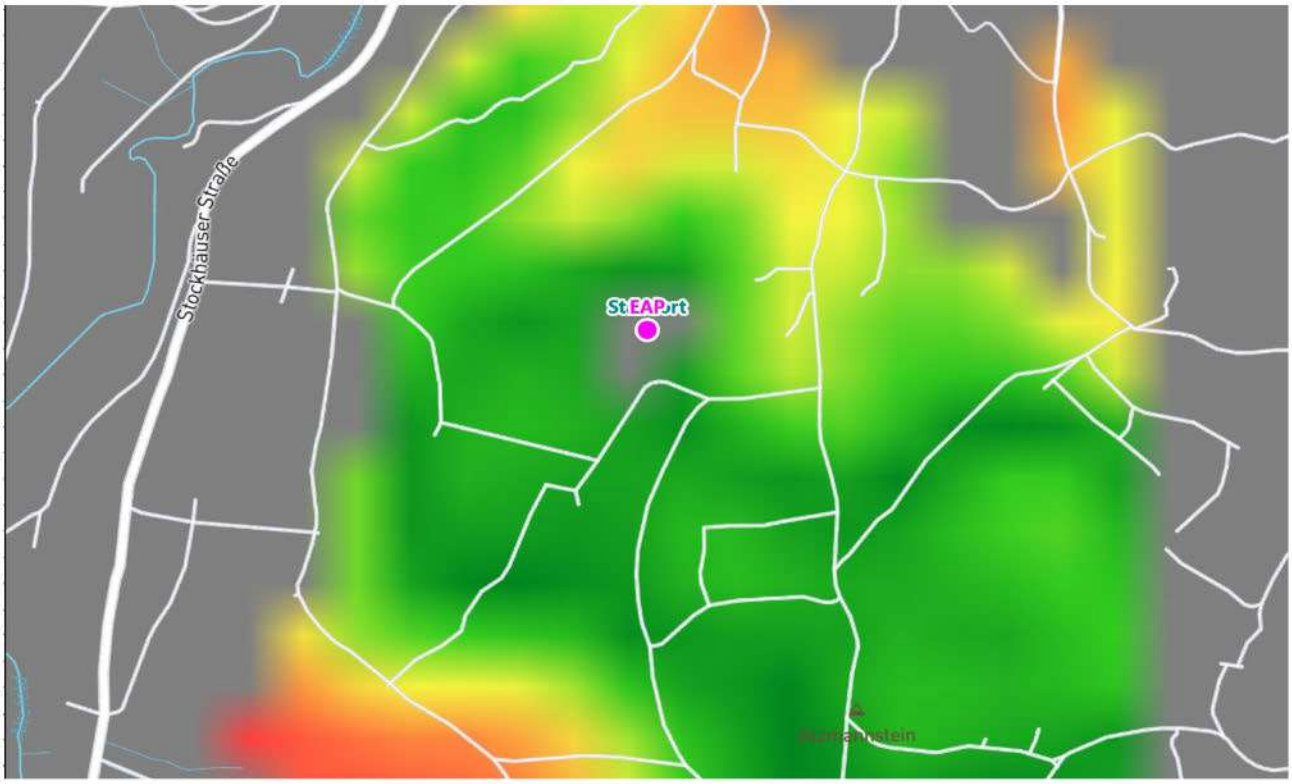
PM25 J00 5,598e+02 µg/m³ (+/- 0,0%) bei x= 6118 m, y= 3738 m (1: 82, 73)

20.2 Anlagen

IFU GmbH
PRIVATES INSTITUT FÜR ANALYTIK

Detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft

an einem Anlagenstandort bei Müs



Auftraggeber:	iMA Richter & Röckle GmbH & Co.KG Hauptstraße 54 70839 Gerlingen	Tel.: 07156 - 5018 - 23
Bearbeiter:	Dipl.-Phys. Thomas Köhler Tel.: 037206 8929-44 Email: Thomas.Koehler@ifu-analytik.de	Dr. Hartmut Sbosny Tel.: 037206 8929-43 Email: Hartmut.Sbosny@ifu-analytik.de
Aktenzeichen:	DPR.20210416-01	
Ort, Datum:	Frankenberg, 28. Juni 2021	
Anzahl der Seiten:	59	
Anlagen:	-	

DAkkS Deutsche Akkreditierungsstelle D-PL-18986-01-00

Akkreditiert für die Bereitstellung meteorologischer Daten für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20

Durch die DAkkS nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005 akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt für die in der Urkunde aufgeführten Prüfverfahren.

IFU GmbH
Privates Institut für Analytik
An der Autobahn 7
09669 Frankenberg/Sa.

tel +49 (0) 37206.89 29 0
fax +49 (0) 37206.89 29 99
e-mail info@ifu-analytik.de
www.ifu-analytik.de

HRB Chemnitz 21046
USt-ID DE233500178
Geschäftsführer Axel Delan

iban DE27 8705 2000 3310 0089 90
bic WELADED1FGX
bank Sparkasse Mittelsachsen

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis 2
Abbildungsverzeichnis 3
Tabellenverzeichnis 4
1 Aufgabenstellung 5
2 Beschreibung des Anlagenstandortes 6
2.1 Lage 6
2.2 Landnutzung 7
2.3 Orographie 9
3 Die Ersatzanemometerposition 11
4 Prüfung der Übertragbarkeit meteorologischer Daten 13
4.1 Allgemeine Betrachtungen 13
4.2 Meteorologische Datenbasis 13
4.3 Erwartungswerte für Windrichtungsverteilung und Windgeschwindigkeitsverteilung am untersuchten Standort 17
4.4 Vergleich der Windrichtungsverteilungen 22
4.5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilungen 30
4.6 Auswahl der Bezugswindstation 31
5 Beschreibung der ausgewählten Wetterstation 33
6 Bestimmung eines repräsentativen Jahres 36
6.1 Bewertung der vorliegenden Datenbasis und Auswahl eines geeigneten Zeitraums 36
6.2 Analyse der Verteilungen von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse sowie der Nacht- und Schwachwinde 40
6.3 Prüfung auf Plausibilität 44
7 Beschreibung der Datensätze 48
7.1 Effektive aerodynamische Rauigkeitslänge 48
7.1.1 Theoretische Grundlagen 48
7.1.2 Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit im konkreten Fall 51
7.2 Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse 52
7.3 Ausbreitungsklassenzeitreihe 53
7.4 Ausbreitungsklassenzeitreihe mit Niederschlag 53
8 Hinweise für die Ausbreitungsrechnung 55
9 Zusammenfassung 56
10 Prüfliste für die Übertragbarkeitsprüfung 57
11 Schrifttum 59

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Lage der Ortschaft Müs in Hessen 6
Abbildung 2: Lage der EAP („Standort“) bei Müs 7
Abbildung 3: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung der EAP („Standort“) nach CORINE-Datenbank 8
Abbildung 4: Luftbild mit der Umgebung der EAP („Standort“) 9
Abbildung 5: Orographie um die EAP („Standort“) 10
Abbildung 6: Ersatzanemometerposition im Relief um den Standort 12
Abbildung 7: Stationen in der Nähe des untersuchten Anlagenstandortes 14
Abbildung 8: Windrichtungsverteilung der betrachteten Messstationen 16
Abbildung 9: Prognostisch modellierte Windrichtungsverteilungen im Untersuchungsgebiet 18
Abbildung 10: Prognostisch modellierte Windrichtungsverteilung für die Ersatzanemometerposition 19
Abbildung 11: Prognostisch modellierte Windgeschwindigkeitsverteilung für die Ersatzanemometerposition 20
Abbildung 12: Windrichtungsverteilung als abgeschätzte Erwartungswerte für die EAP aus dem Windrosenatlas Hessen 21
Abbildung 13: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Lautertal-Hörgenau mit dem Erwartungswert 24
Abbildung 14: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Hoherodskopf/Vogelsberg mit dem Erwartungswert 25
Abbildung 15: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Alsfeld mit dem Erwartungswert 26
Abbildung 16: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Bad Hersfeld mit dem Erwartungswert 27
Abbildung 17: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Bad Soden-Salmünster (Kläranlage) mit dem Erwartungswert 28
Abbildung 18: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Neu-Ulrichstein mit dem Erwartungswert 29
Abbildung 19:Lage der ausgewählten Station 33
Abbildung 20:Luftbild mit der Umgebung der Messstation 34
Abbildung 21:Orographie um den Standort der Wetterstation 35
Abbildung 22: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windrichtungsverteilung 37
Abbildung 23: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung 38
Abbildung 24: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Verteilung der Ausbreitungsklasse 39
Abbildung 25: Gewichtete χ^2-Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum 42
Abbildung 26: Gewichtete σ-Umgebung-Treffersumme und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum 43
Abbildung 27: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum 44
Abbildung 28: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum 45
Abbildung 29: Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum 46
Abbildung 30: Vergleich der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum 47
Abbildung 31:Schematischer Ablauf zur Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit 50
Abbildung 32:Verteilung der effektiven aerodynamischen Rauigkeiten auf die Windrichtungssektoren für die Station Hoherodskopf/Vogelsberg 52

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: UTM-Koordinaten der angegebenen Ersatzanemometerposition 11
Tabelle 2: Zur Untersuchung verwendete Messstationen 15
Tabelle 3: Gegenüberstellung meteorologischer Kennwerte der betrachteten Messstationen mit den Erwartungswerten am Standort 22
Tabelle 4: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windrichtungsverteilung 30
Tabelle 5: EAP-Geschwindigkeiten verschiedener Modelle 30
Tabelle 6: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windgeschwindigkeitsverteilung 31
Tabelle 7: Resultierende Rangliste der Bezugswindstationen 32
Tabelle 8: Koordinaten der Wetterstation 34
Tabelle 9: Anzahl der Einzelmessungen und Sektorenrauigkeiten für die Station Hoherodskopf/Vogelsberg 51
Tabelle 10: Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse für die Station Hoherodskopf/Vogelsberg 53

1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft in einem Untersuchungsgebiet nahe der Ortschaft Müs, einem Ortsteil der Gemeinde Großenlüder im osthessischen Landkreis Fulda in Hessen.

Im Rahmen eines Genehmigungsverfahrens für die Zement- und Kalkwerke OTTERBEIN GmbH & Co. KG in Großenlüder-Müs sollen Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft durchgeführt werden. Aufgrund der gegliederten und stellenweise steilen Orographie soll dafür eine prognostischen Windfeldbibliothek gemäß VDI 3783 Blatt 16 erstellt werden. Für die im Rahmen dieser Bearbeitung durch den Auftraggeber ermittelten Ersatzanemometerposition, siehe Tabelle 1, werden meteorologische Daten benötigt. Diese sollen gemäß TA Luft 2002 Anhang 3 Nr. 8.1 bereitgestellt werden.

Die TA Luft sieht vor, meteorologische Daten für Ausbreitungsrechnungen von einer Messstation (Bezugswindstation) auf einen Anlagenstandort (Zielbereich) zu übertragen, wenn am Standort der Anlage keine Messungen vorliegen. Die Übertragbarkeit dieser Daten ist zu prüfen. Die Dokumentation dieser Prüfung erfolgt im vorliegenden Dokument.

Schließlich wird ermittelt, welches Jahr für die Messdaten der ausgewählten Bezugswindstation repräsentativ für einen größeren Zeitraum ist.

2 Beschreibung des Anlagenstandortes

2.1 Lage

Der untersuchte Standort befindet sich bei der Ortschaft Müs in Hessen. Die folgende Abbildung zeigt die Lage des Standortes.

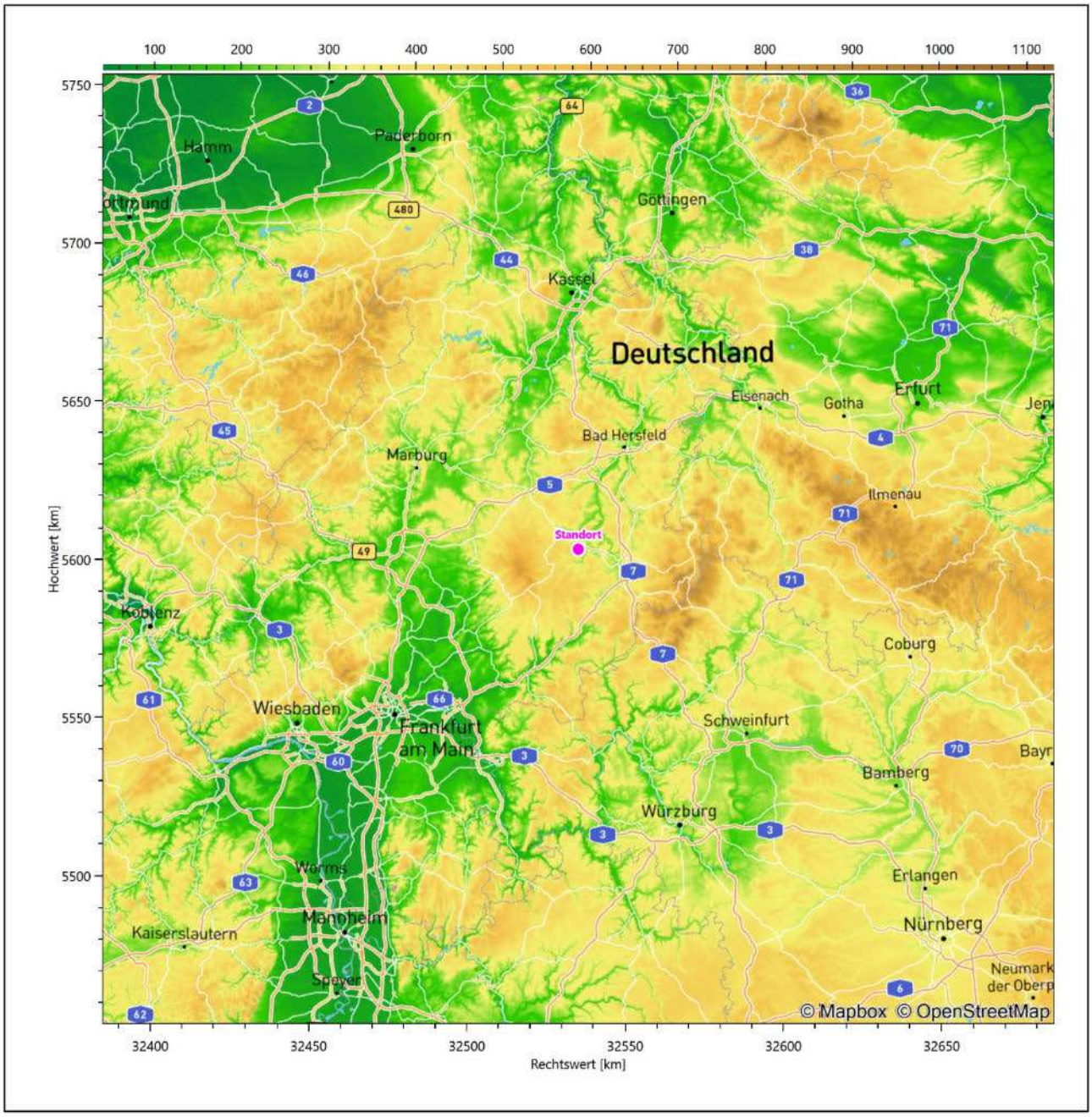


Abbildung 1: Lage der Ortschaft Müs in Hessen

Die genaue Lage der vom Auftraggeber für den Standort bei Müs angegebenen EAP ist anhand des folgenden Auszuges aus der topographischen Karte ersichtlich.

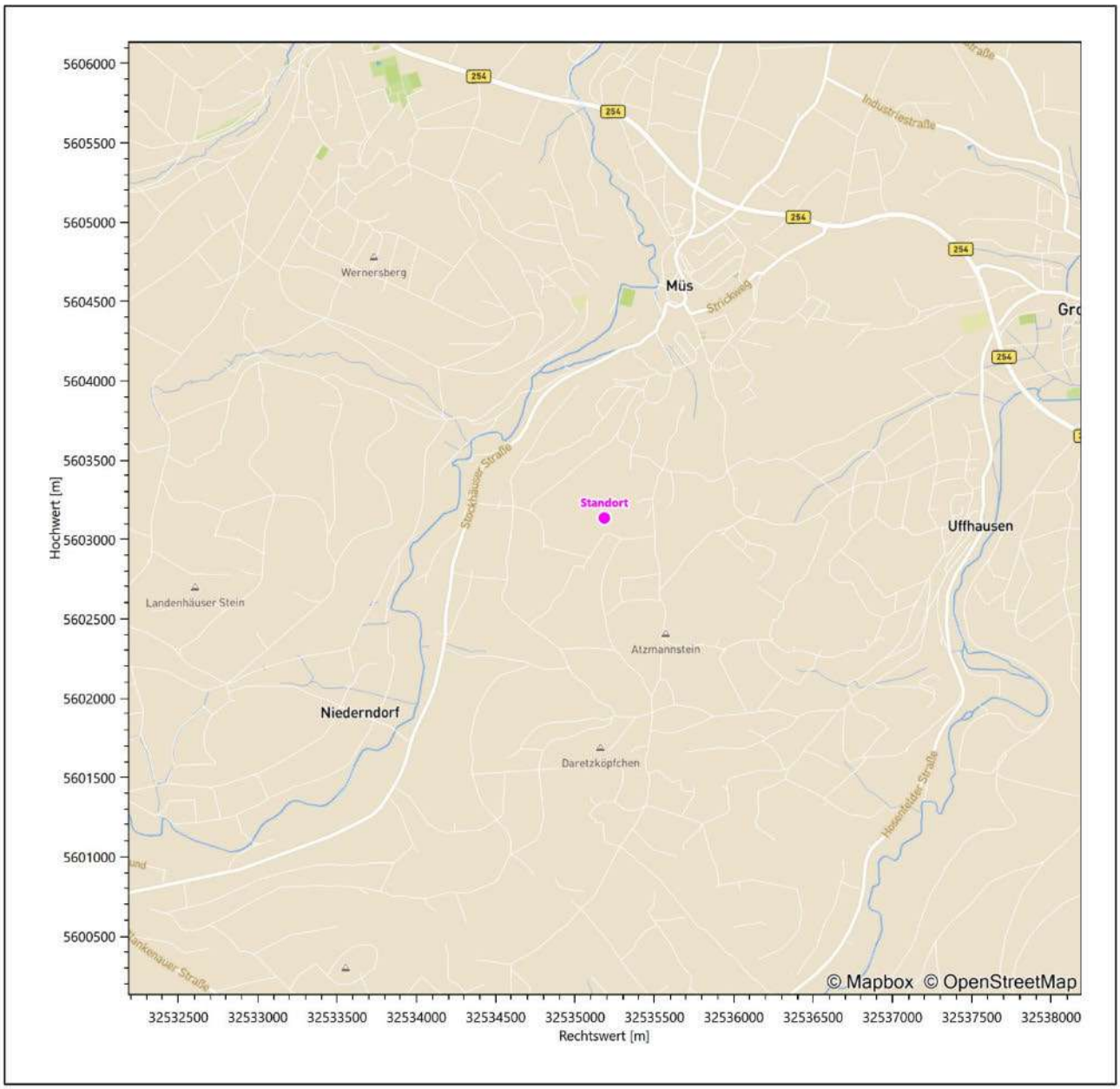


Abbildung 2: Lage der EAP („Standort“) bei Müs

2.2 Landnutzung

Die angegebene EAP liegt süd-südwestlich, außerhalb der Ortschaft Müs, einem Ortsteil der Gemeinde Großenlüder. Die Umgebung der EAP ist durch eine wechselnde Landnutzung geprägt. Unterschiedlich dicht bebaute Siedlungsgebiete wechseln sich mit Waldgebieten, landwirtschaftlichen Flächen, Wasserflächen (Altefeld, Holzerbach, Lüder) und einer ansonsten ländlichen Verkehrswegeinfrastruktur ab.

Eine Verteilung der Bodenrauigkeit um die EAP ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich. Die Daten wurden dem CORINE-Kataster [1] entnommen.

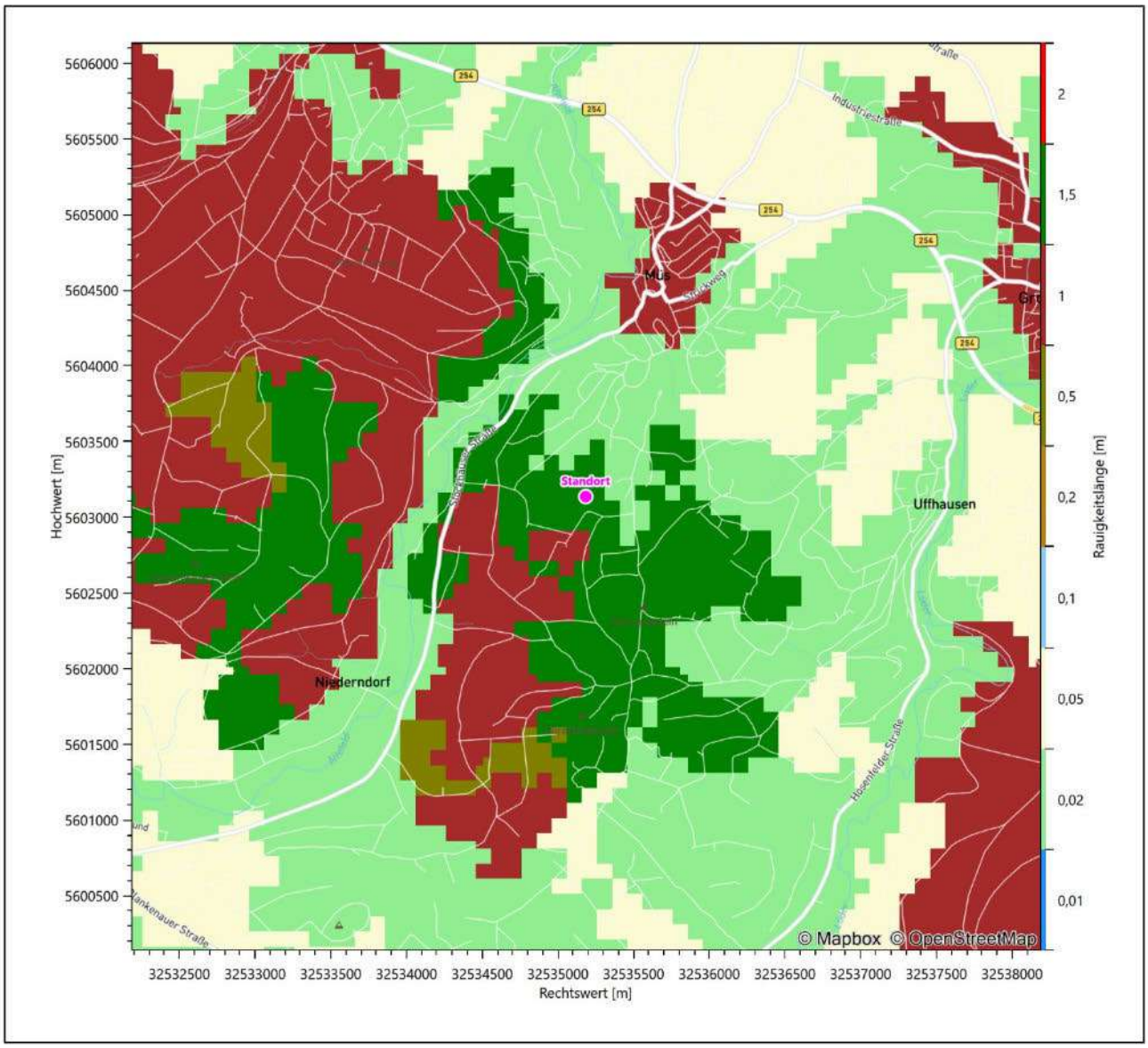


Abbildung 3: Rauigkeitslänge in Metern in der Umgebung der EAP („Standort“) nach CORINE-Datenbank

Das folgende Luftbild verschafft einen detaillierten Überblick über die Nutzung um die EAP.



Abbildung 4: Luftbild mit der Umgebung der EAP („Standort“)

2.3 Orographie

Die angegebene EAP liegt auf einer Höhe von etwa 389 m über NHN. Die Umgebung ist orographisch deutlich gegliedert. Naturräumlich liegt Müs in einem nach Nordwesten auslaufenden Graben, dem Großenlüder-Lauterbacher Graben, der zur *Fuldaer Senke* gehört. Markante Basaltkuppen und Muschelkalkrücken umschließen die breite, von mehreren gegeneinander verschobenen tektonischen Grabensystemen durchzogene Senke (ca. 280 bis 320 m über NHN liegend). Der Graben wird im Nordosten vom *Fulda-Haune-Tafelland* und im Südwesten vom *Unteren Vogelsberg* bzw. *Fuldavorland des Vogelsberges* flankiert. Der aus vulkanischen Gesteinen aufgebaute und mit einer dünnen Lössschicht bedeckte Untere Vogelsberg liegt auf einer Höhe von 300 bis 500 m über NHN und ist vielfach mit Wald bedeckt. Am Vogelsberg entspringen zahlreiche

Bäche, unter anderem die Altefeld, in deren Tal Müs liegt, ein rechter und südwestlicher Quellfluss der Schlitz, die in die Fulda entwässert. Ein Quertal südöstlich des Standortes fließt parallel die Lüder, wendet sich dann aber der Fulda direkt zu. Vom Standort steigt man innerhalb von 920 m west-nordwestlicher Distanz an die auf einem Niveau von 267 m fließende und sich hier tiefer eingeschnittene Altefeld hinab.

Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.

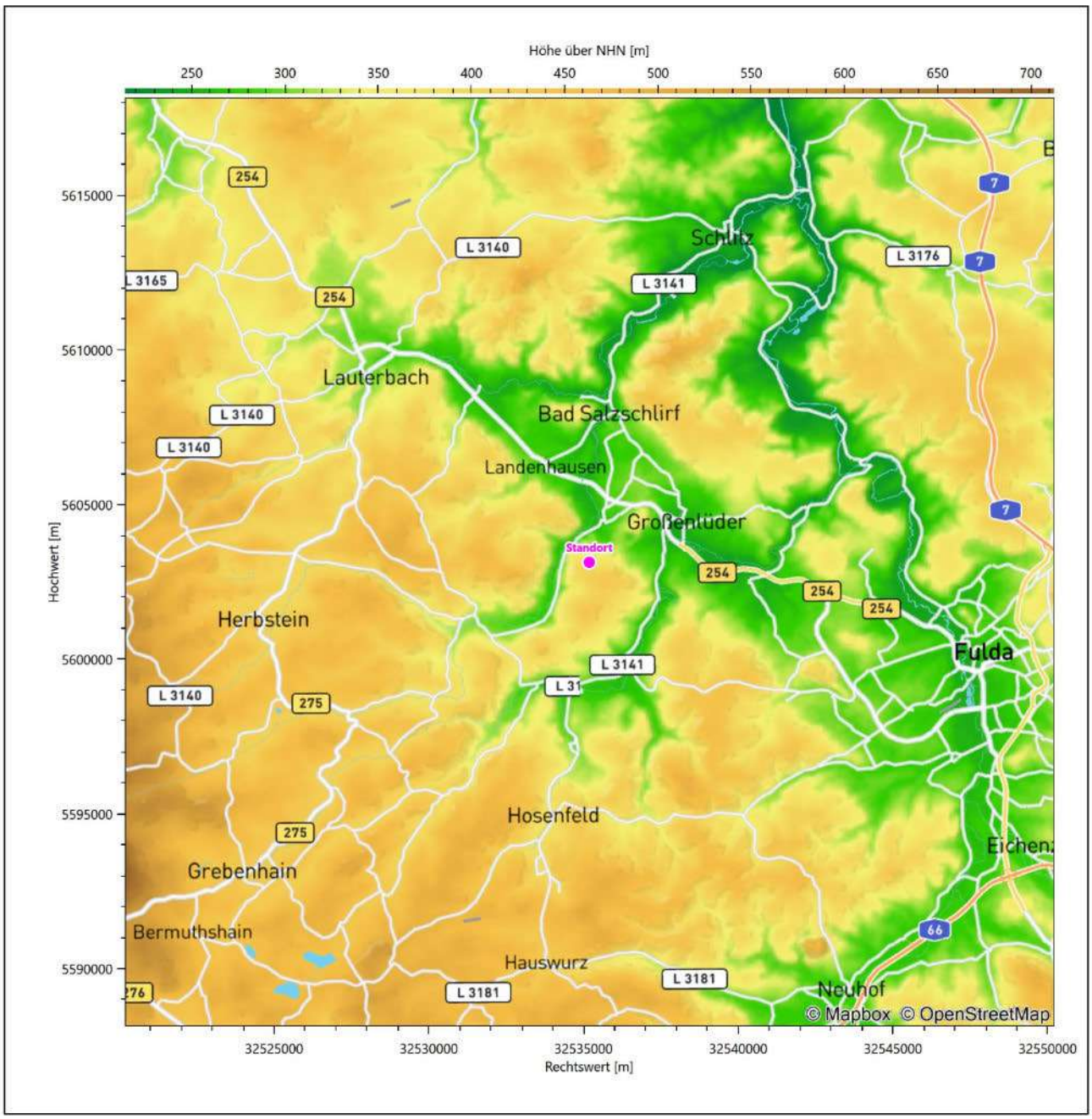


Abbildung 5: Orographie um die EAP („Standort“)

3 Die Ersatzanemometerposition

Bei Ausbreitungsrechnungen in komplexem Gelände ist der Standort eines Anemometers anzugeben, wodurch die verwendeten meteorologischen Daten ihren Ortsbezug im Rechengebiet erhalten. Werden meteorologische Daten einer entfernteren Messstation in ein Rechengebiet übertragen, so findet die Übertragung hin zu dieser Ersatzanemometerposition (EAP) statt.

Um sicherzustellen, dass die übertragenen meteorologischen Daten repräsentativ für das Rechengebiet sind, ist es notwendig, dass sich das Anemometer an einer Position befindet, an der die Orografie der Standortumgebung keinen oder nur geringen Einfluss auf die Windverhältnisse ausübt. Nur dann ist sichergestellt, dass sich mit jeder Richtungsänderung der großräumigen Anströmung, die sich in den übertragenen meteorologischen Daten widerspiegelt, auch der Wind an der Ersatzanemometerposition im gleichen Drehsinn und Maß ändert. Eine sachgerechte Wahl der EAP ist also Bestandteil des Verfahrens, mit dem die Übertragbarkeit meteorologischer Daten geprüft wird.

Im vorliegenden Fall wurde die EAP vom Auftraggeber selbst anhand einer prognostischen Windfeldbibliothek bestimmt. Folgende Ersatzanomemeterposition wurde vom Auftraggeber angegeben.

Tabelle 1: UTM-Koordinaten der angegebenen Ersatzanemometerposition

RW	32535184
HW	5603136

Für diese Position erfolgt im Folgenden die Prüfung der Übertragbarkeit der meteorologischen Daten.

Die folgende Abbildung zeigt die Lage der bestimmten Ersatzanemometerposition im Relief um den Standort.

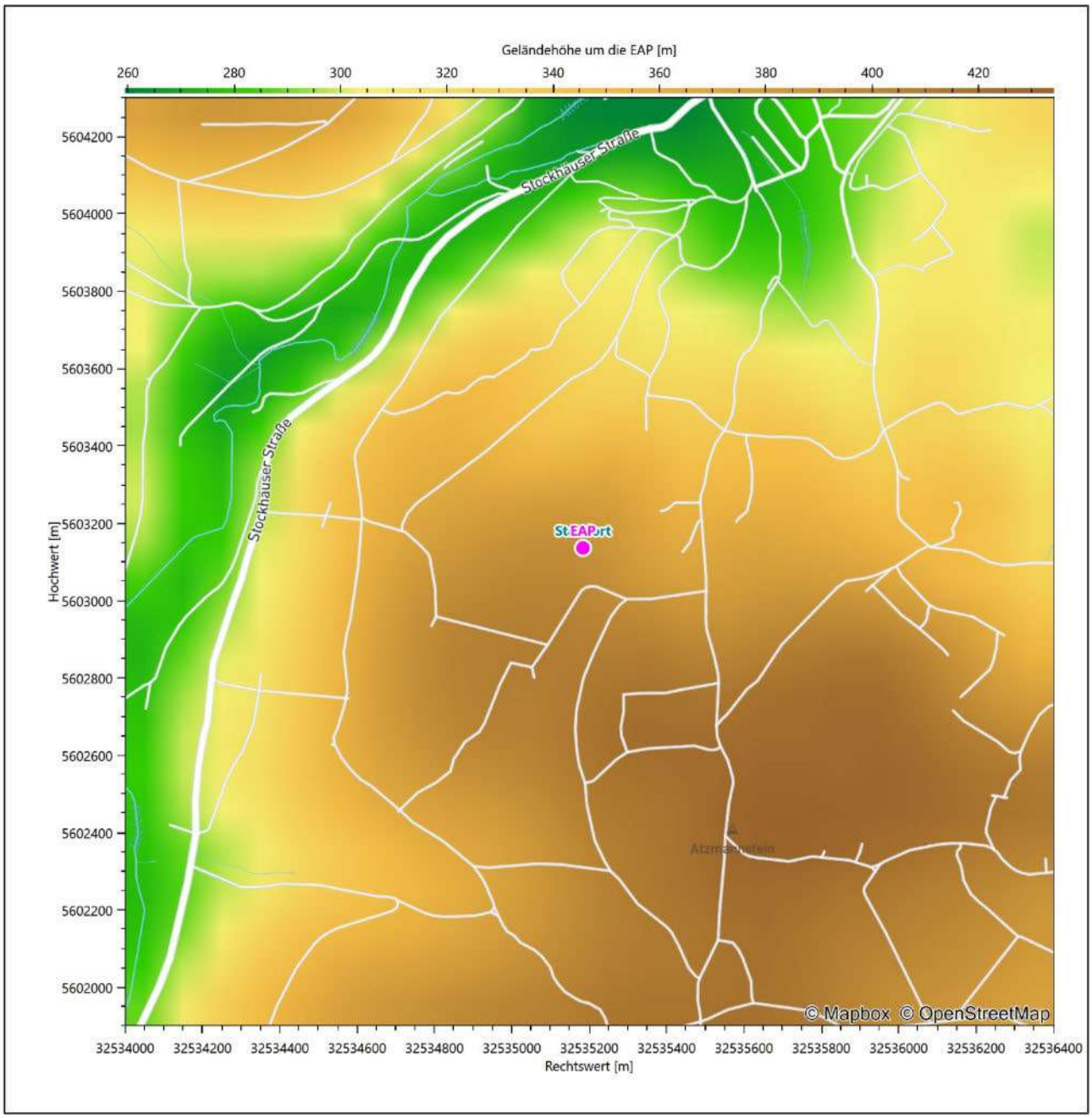


Abbildung 6: Ersatzanemometerposition im Relief um den Standort

4 Prüfung der Übertragbarkeit meteorologischer Daten

4.1 Allgemeine Betrachtungen

Die großräumige Luftdruckverteilung bestimmt die mittlere Richtung des Höhenwindes in einer Region. Im Jahresmittel ergibt sich hieraus für Hessen das Vorherrschen der westlichen bis südwestlichen Richtungskomponente. Das Geländerelief und die Landnutzung haben jedoch einen erheblichen Einfluss sowohl auf die Windrichtung infolge von Ablenkung und Kanalisierung als auch auf die Windgeschwindigkeit durch Effekte der Windabschattung oder der Düsenwirkung. Außerdem modifiziert die Beschaffenheit des Untergrundes (Freiflächen, Wald, Bebauung, Wasserflächen) die lokale Windgeschwindigkeit, in geringem Maße aber auch die lokale Windrichtung infolge unterschiedlicher Bodenrauigkeit.

Bei windschwacher und wolkenarmer Witterung können sich wegen der unterschiedlichen Erwärmung und Abkühlung der Erdoberfläche lokale, thermisch induzierte Zirkulationssysteme wie beispielsweise Berg- und Talwinde oder Land-Seewind ausbilden. Besonders bedeutsam ist die Bildung von Kaltluft, die bei klarem und windschwachem Wetter nachts als Folge der Ausstrahlung vorzugsweise über Freiflächen (wie z. B. Wiesen und Wiesenhängen) entsteht und der Geländeneigung folgend je nach ihrer Steigung und aerodynamischen Rauigkeit mehr oder weniger langsam abfließt. Diese Kaltluftflüsse haben in der Regel nur eine geringe vertikale Mächtigkeit und sammeln sich an Geländetiefpunkten zu Kaltluftseen an. Solche lokalen Windsysteme können meist nur durch Messungen am Standort erkundet, im Falle von nächtlichen Kaltluftflüssen aber auch durch Modellrechnungen erfasst werden.

4.2 Meteorologische Datenbasis

In der Nähe des untersuchten Standortes liegen sechs Messstationen des Deutschen Wetterdienstes (Abbildung 7), die den Qualitätsanforderungen der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 21 [2] genügen.

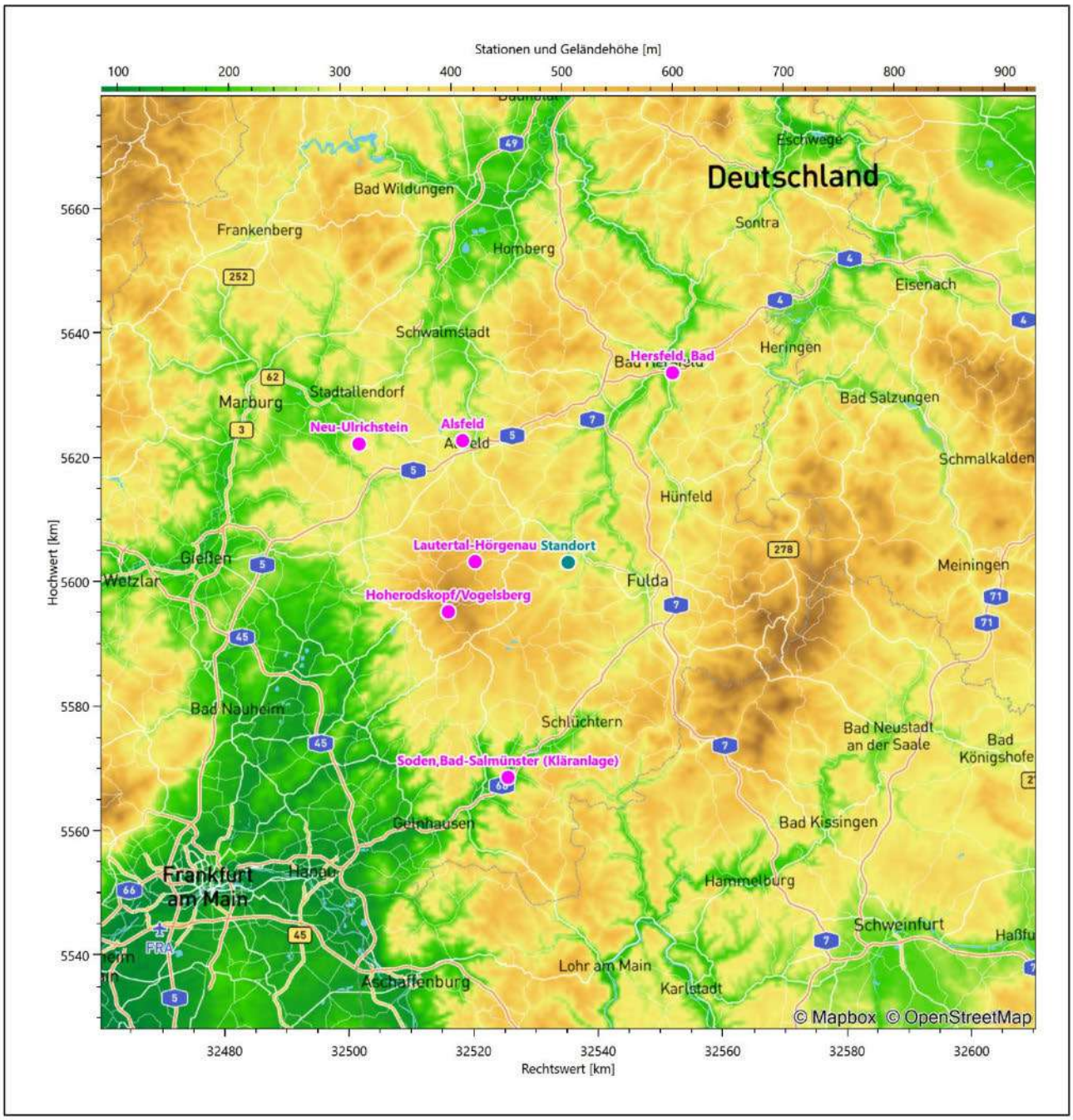


Abbildung 7: Stationen in der Nähe des untersuchten Anlagenstandortes

Die Messwerte dieser Stationen sind seit dem 1. Juli 2014 im Rahmen der Grundversorgung für die Allgemeinheit frei zugänglich. Für weitere Messstationen, auch die von anderen Anbietern meteorologischer Daten, liegt derzeit noch keine abschließende Bewertung vor, inwieweit die Qualitätsanforderungen der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 21 [2] erfüllt werden. Deshalb werden sie im vorliegenden Fall zunächst nicht berücksichtigt.

Die folgende Tabelle gibt wichtige Daten der betrachteten Stationen an.

Tabelle 2: Zur Untersuchung verwendete Messstationen

Station	Kennung	Entfernung [km]	Geberhöhe [m]	geogr. Länge [°]	geogr. Breite [°]	Höhe über NHN [m]	Beginn der Datenbasis	Ende der Datenbasis
Lautertal-Hörgenau	2897	15	12,0	9,2857	50,5808	522	21.05.2008	24.03.2021
Hoherodskopf/Vogelsberg	7396	21	10,0	9,2247	50,5084	743	21.05.2008	24.03.2021
Alsfeld	90	26	10,0	9,2583	50,7557	305	21.05.2008	24.03.2021
Hersfeld, Bad	2171	35	12,0	9,7378	50,8519	272	21.05.2008	24.03.2021
Soden,Bad-Salmünster (Kläranlage)	13900	36	10,0	9,3580	50,2688	145	21.05.2008	11.03.2019
Neu-Ulrichstein	7410	39	10,0	9,0224	50,7513	350	01.02.2011	24.03.2021

Die folgende Abbildung stellt die Windrichtungsverteilung jeweils über den gesamten verwendeten Messzeitraum der Stationen dar.

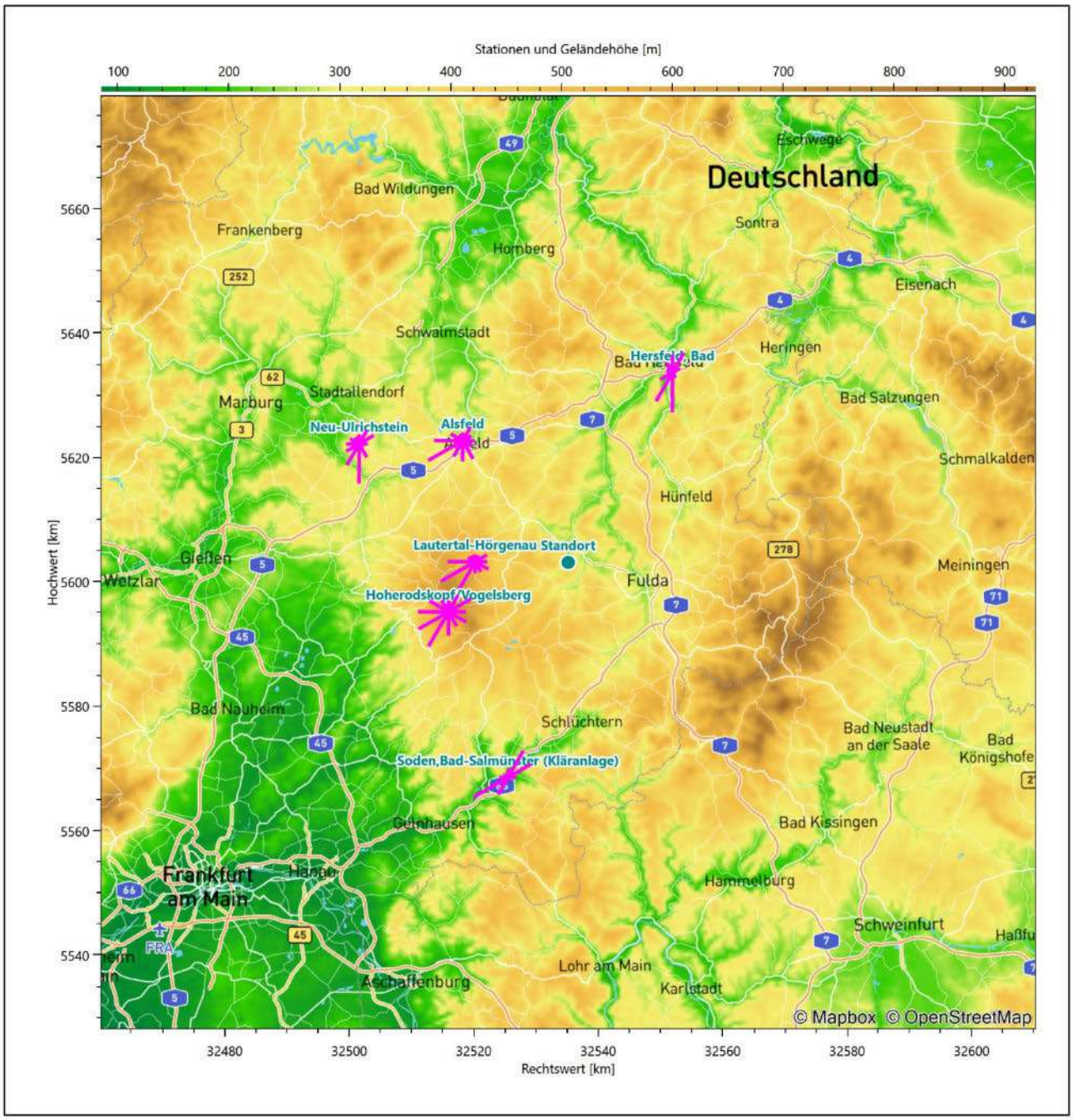


Abbildung 8: Windrichtungsverteilung der betrachteten Messstationen

Die Richtungsverteilungen der sechs Bezugswindstationen lassen sich wie folgt charakterisieren:

Lautertal-Hörgenau liegt nordöstlich des Vogelsbergs, einem Hessischen Mittelgebirge, das im Taufstein eine Höhe von 773 m über NHN erreicht. Die Station kann aus Südwesten nicht ungehindert angeströmt werden, die Umströmung des Höhenzuges fördert die West-Ost-Kanalisierung.

Hoherodskopf/Vogelsberg hat ein formales Hauptmaximum bei 210° aus Süd-Südwest. Die Hauptwindrichtung ist breit bis nach West verteilt. Das primäre Nebenmaximum kommt aus Ost-Nordost, ein weiteres aus Ost-Südost. Schwache Minima deuten sich bei 360°, 90° und 150° an.

Alsfeld besitzt ein sehr dominantes Hauptmaximum aus 240° und verglichen hierzu Nebenmaxima mit eher geringen Intensitäten, die um die östliche bis nordöstliche Richtung variieren. Das primäre Nebenmaximum kommt aber aus Süden.

Die Windrichtungsverteilung von Bad Hersfeld zeigt eine klare Nord-Süd-Achse. Bad Hersfeld liegt im von Süd nach Nord verlaufenden Fuldatal.

Bad Soden-Salmünster zeigt die typische Achse von Südwesten nach Nordosten. Durch die Kanalisierung des dort recht schmalen Kinzigtals wird diese Charakteristik weiter verstärkt, so dass auch hier eine sehr enge Einschnürung um die beiden Maxima geschieht.

Neu-Ulrichstein hat sein formales Hauptmaximum bei 180° aus Süden. Die Achse der Verteilung strebt nach Norden, kippt aber dann nach Ost-Nordost ab, wo ein deutliches Nebenmaximum liegt. Ein Minimum wird aus 120° angenommen.

4.3 Erwartungswerte für Windrichtungsverteilung und Windgeschwindigkeitsverteilung am untersuchten Standort

Über die allgemeine Betrachtung in Abschnitt 4.1 hinausgehend wurde mit einer großräumigen prognostischen Windfeldmodellierung berechnet, wie sich Windrichtungsverteilung und Windgeschwindigkeitsverteilung am untersuchten Standort gestalten. Dazu wurde ein Modellgebiet gewählt, das den untersuchten Standort mit einem Radius von zehn Kilometern umschließt. Die Modellierung selbst erfolgte mit dem prognostischen Windfeldmodell GRAMM [3], die Antriebsdaten wurden aus den REA6-Reanalysedaten des Deutschen Wetterdienstes [4] gewonnen. Abweichend vom sonst üblichen Ansatz einer einheitlichen Rauigkeitslänge für das gesamte Modellgebiet (so gefordert von der TA Luft im Kontext von Ausbreitungsrechnungen nach Anhang 3) wurde hier eine örtlich variable Rauigkeitslänge angesetzt, um die veränderliche Landnutzung im großen Rechengebiet möglichst realistisch zu modellieren. Die folgende Abbildung zeigt die ortsaufgelösten Windrichtungsverteilungen, die für das Untersuchungsgebiet ermittelt wurden.

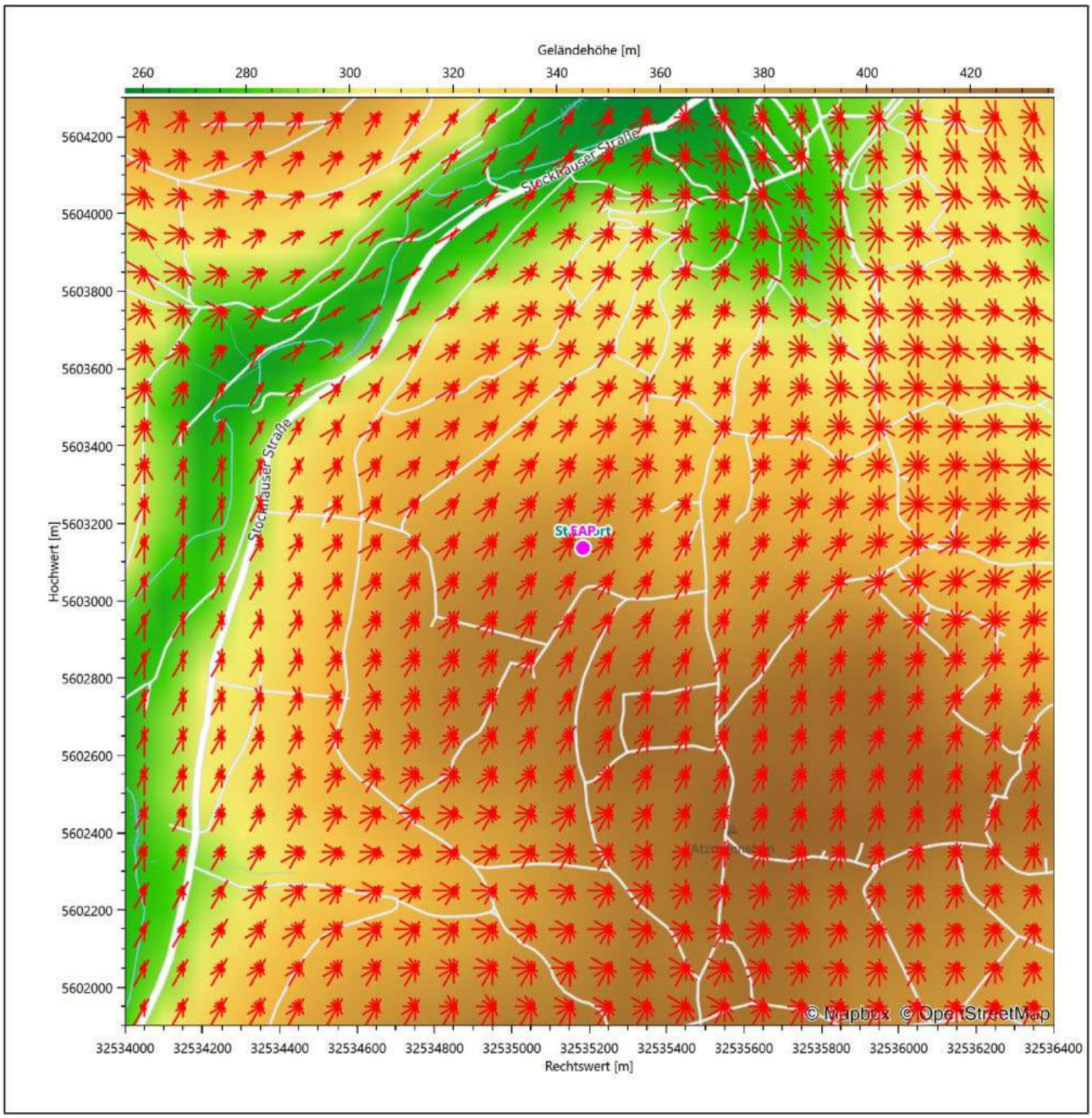


Abbildung 9: Prognostisch modellierte Windrichtungsverteilungen im Untersuchungsgebiet

Mit den modellierten Windfeldern wurden die erwarteten Windrichtungs- und Windgeschwindigkeitsverteilungen an der Ersatzanemometerposition in einer Höhe von 18,2 m berechnet. Die Verteilungen sind in den folgenden Abbildungen dargestellt.

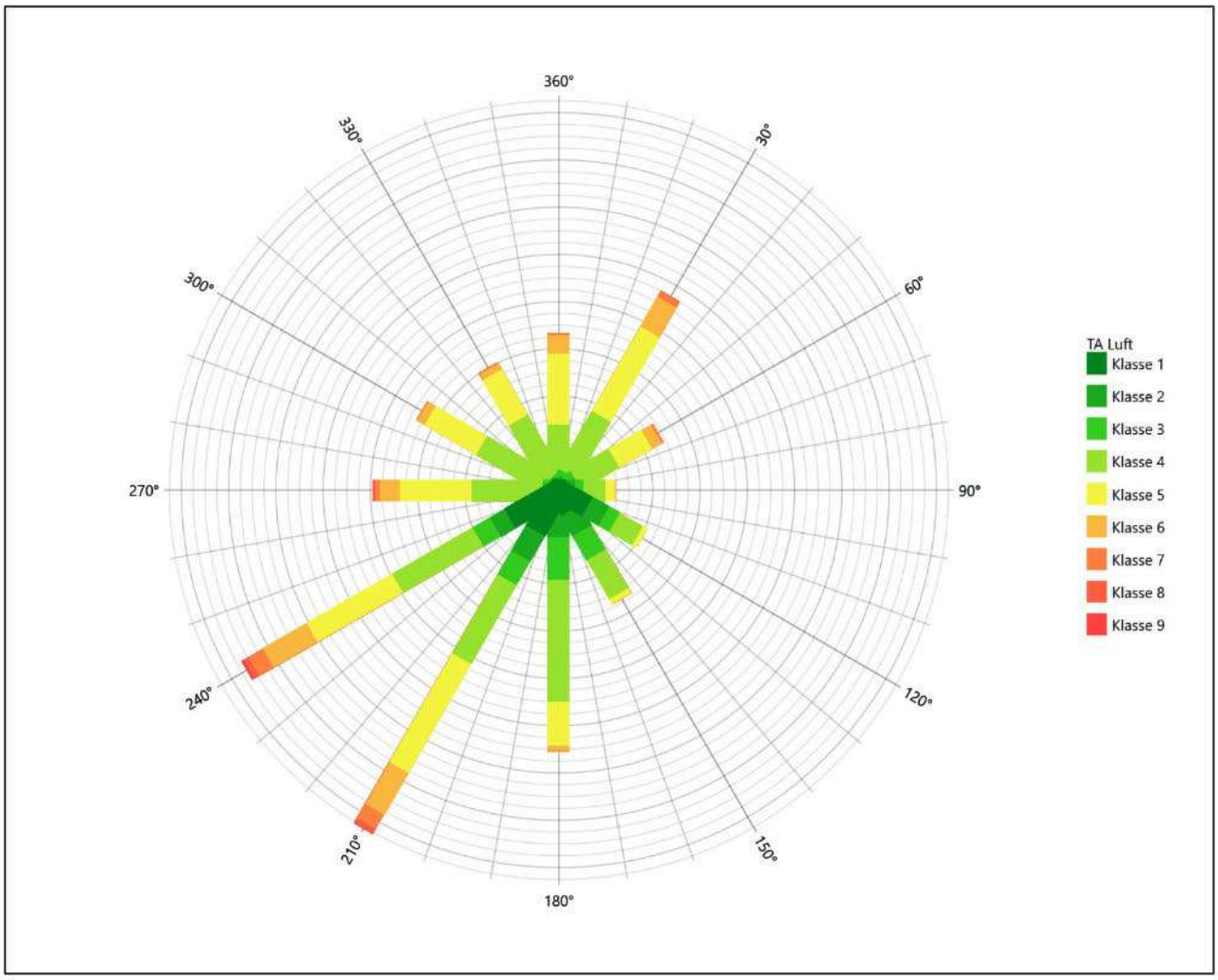


Abbildung 10: Prognostisch modellierte Windrichtungsverteilung für die Ersatzanemometerposition

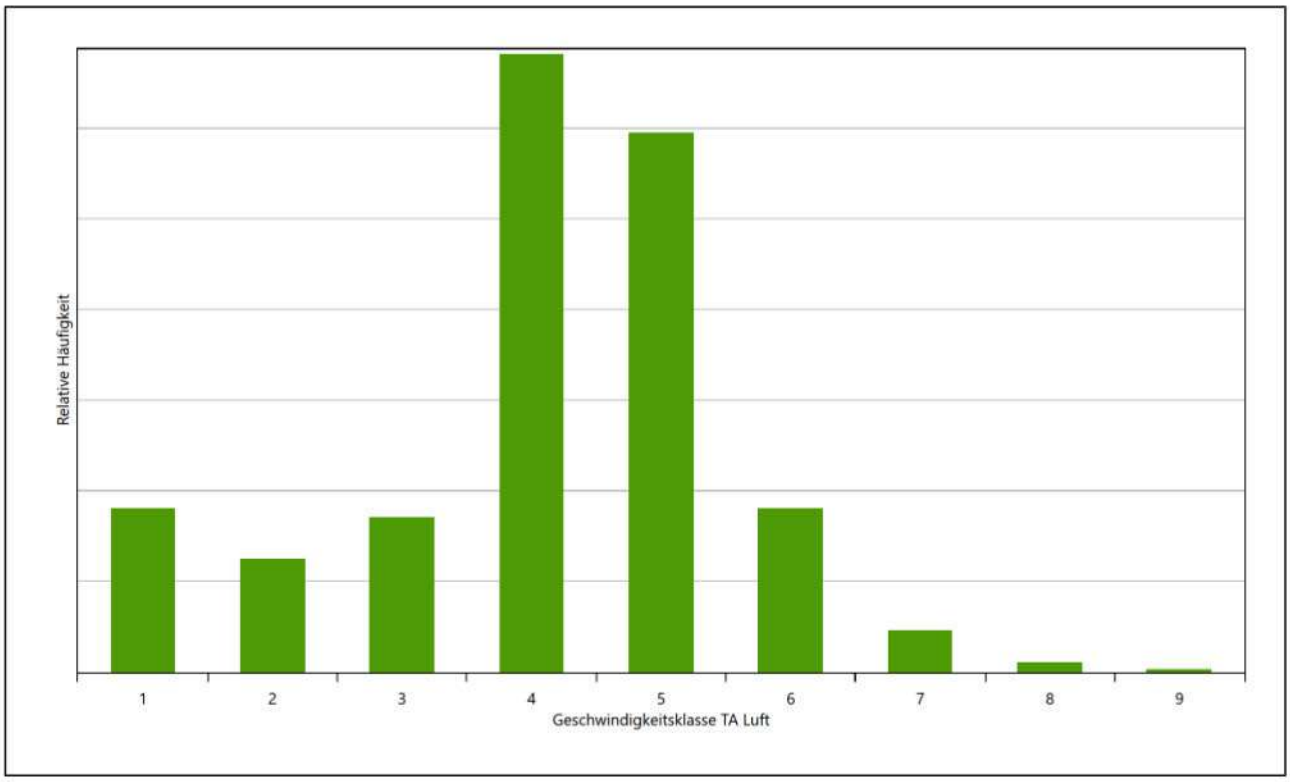


Abbildung 11: Prognostisch modellierte Windgeschwindigkeitsverteilung für die Ersatzanemometerposition

Als Durchschnittsgeschwindigkeit ergibt sich der Wert 3,59 m/s.

Einen Erwartungswert für die mittlere Geschwindigkeit an der EAP liefert neben dem hier verwendeten prognostischen Model auch noch das Statistische Windfeldmodell (SWM) des Deutschen Wetterdienstes.

Das SW-Modell des Deutschen Wetterdienstes bildet die Grundlage für die DWD-Windkarten und -daten der Bundesrepublik Deutschland. Anhand von 218 Windmessstationen des DWD wurde die räumliche Verteilung des Jahresmittels der Windgeschwindigkeit in Abhängigkeit von verschiedenen Einflussfaktoren, wie z. B. der Höhe über dem Meeresspiegel, der geographischen Lage, der Geländeform und der Landnutzung mittels statistischer Verfahren bestimmt.

Zusätzlich wurden die Stationsmesswerte hindernisbereinigt, das heißt der Einfluss von Einzelhindernissen auf die gemessene Windgeschwindigkeit wurde eliminiert. Das Verfahren ist im Europäischen Windatlas beschrieben. Mit Hilfe eines Rechenprogramms werden die Ergebnisse für den Bezugszeitraum 1981 bis 2000 im 200-m-Raster berechnet und beispielsweise in Windkarten umgesetzt. Mit dem SW-Modell werden zwischen den gemessenen und den berechneten Windgeschwindigkeiten nach Angaben des DWD im Mittel Abweichungen von ± 0.15 m/s erzielt.

Die aus dem Statistischen Windfeldmodell ermittelte und auf die Referenzhöhe (18,2 m) und die Referenzrauigkeit (vgl. den folgenden Absatz) korrigierte Windgeschwindigkeit liegt bei 2,97 m/s.

Für das Gebiet um die EAP wurde in Anlehnung an VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 [5] eine aerodynamisch wirksame Rauigkeitslänge ermittelt. Dabei wurde die Rauigkeit für die in VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 (Tabelle 3) tabellierten Werte anhand der Flächennutzung sektorenweise in Entfernungsabständen von 100 m bis zu einer Maximalentfernung von 3000 m bestimmt und mit der Windrichtungshäufigkeit für diesen Sektor (10° Breite) gewichtet gemittelt. Dabei ergab sich ein Wert von 1,36 m.

Es ist zu beachten, dass dieser Wert hier nur für den Vergleich von Windgeschwindigkeitsverteilungen benötigt wird und nicht dem Parameter entspricht, der als Bodenrauigkeit für eine Ausbreitungsrechnung anzuwenden ist. Für letzteren gelten die Maßgaben der TA Luft, Anhang 3, Ziffer 5.

Um die Windgeschwindigkeiten für die EAP und die betrachteten Bezugswindstationen vergleichen zu können, sind diese auf eine einheitliche Höhe über Grund und eine einheitliche Bodenrauigkeit umzurechnen. Dies geschieht mit einem Algorithmus, der in der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 [5] veröffentlicht wurde. Als einheitliche Rauigkeitslänge bietet sich der tatsächliche Wert im Umfeld der EAP an, hier 1,36 m. Als einheitliche Referenzhöhe sollte nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [6] ein Wert Anwendung finden, der weit genug über Grund und über der Verdrängungshöhe (im Allgemeinen das Sechsfache der Bodenrauigkeit) liegt. Hier wurde ein Wert von 18,2 m verwendet.

Im Bundesland Hessen steht als ein weiteres Werkzeug zur Abschätzung einer Windrichtungsverteilung der Windrosenatlas Hessen zur Verfügung. Auch im Windrosenatlas Hessen zeigt sich das Hauptmaximum aus Süd-Südwesten und ein Nebenmaximum aus nördlichen Richtungen.

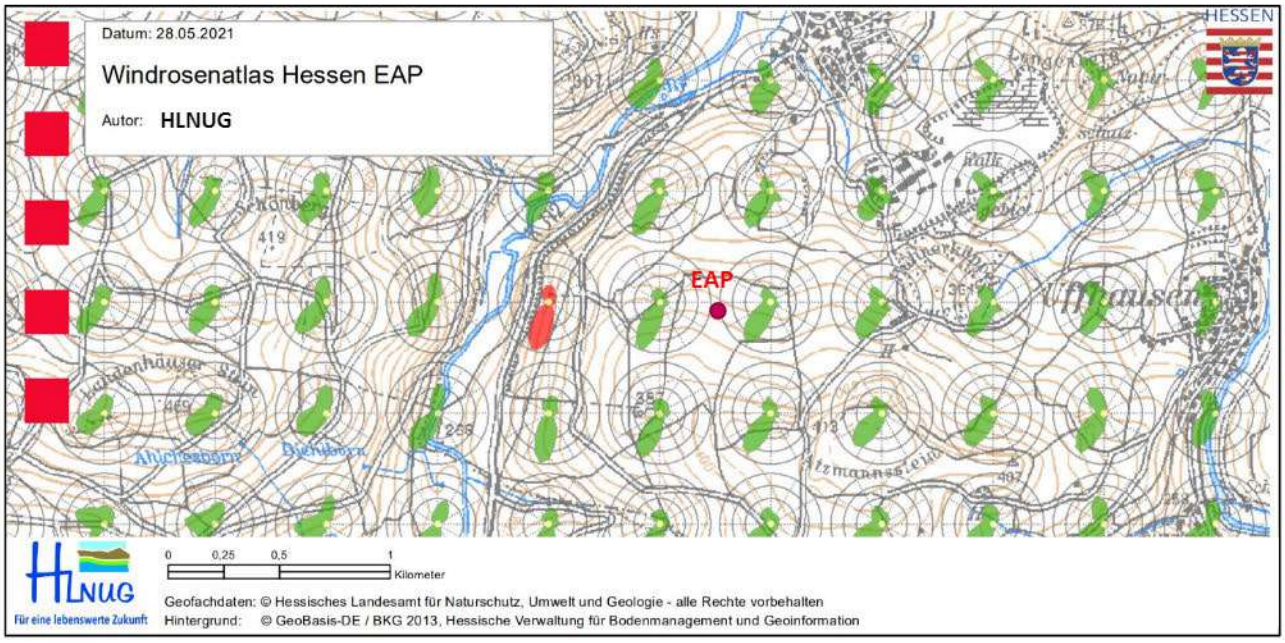


Abbildung 12: Windrichtungsverteilung als abgeschätzte Erwartungswerte für die EAP aus dem Windrosenatlas Hessen

Hinsichtlich der Hauptanströmung aus Süd-Südwest bestätigen beide Modellierungsergebnisse einander. Leichte Differenzen gibt es beim Nebenmaximum, das das prognostische Modell aus Nord-Nordost voraussagt, der Windrosenatlas Hessen aus Nord-Nordwest.

Hier ist zu anzumerken, dass die prognostische Modellierung Windrosen in einem Raster von 50x50 m² generiert, der Hessenatlas nur in einem von 500x500 m². Bei der Umströmung des Berges treten auch im prognostischen Resultat an einigen Stellen nord-nordwestliche Nebenmaxima auf, nur eben nicht um die EAP (s. Abbildung 10). Es ist gut möglich, dass die Differenz im Nebenmaximum der feineren lokalen Auflösung der prognostischen Rechnung geschuldet ist. Maßgeblich im Weiteren bleibt daher das prognostische Ergebnis.

Neben der graphischen Darstellung oben führt die folgende Tabelle numerische Kenngrößen der Verteilungen für die Messstationen und die modellierten Erwartungswerte für die EAP auf.

Tabelle 3: Gegenüberstellung meteorologischer Kennwerte der betrachteten Messstationen mit den Erwartungswerten am Standort

Station	Richtungsmaximum [°]	mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]	Schwachwindhäufigkeit [%]	Rauigkeitslänge [m]
EAP	210	3,59	4,7	1,363
Lautertal-Hörgenau	240	3,14	7,9	0,282
Hoherodskopf/Vogelsberg	210	3,21	2,5	0,060
Alsfeld	240	2,23	20,7	0,077
Hersfeld, Bad	180	2,04	29,3	0,221
Soden,Bad-Salmünster (Kläranlage)	240	1,45	41,9	0,194
Neu-Ulrichstein	180	2,60	7,8	0,022

Die Lage des Richtungsmaximums ergibt sich aus der graphischen Darstellung. Für die mittlere Windgeschwindigkeit wurden die Messwerte der Stationen von der tatsächlichen Geberhöhe auf eine einheitliche Geberhöhe von 18,2 m über Grund sowie auf eine einheitliche Bodenrauigkeit von 1,36 m umgerechnet. Auch die Modellrechnung für die EAP bezog sich auf diese Höhe. Die Schwachwindhäufigkeit ergibt sich aus der Anzahl von (höhenkorrigierten bzw. berechneten) Geschwindigkeitswerten kleiner oder gleich 1,0 m/s.

Für das Gebiet um jede Bezugswindstation wurde in Anlehnung an VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 [5] eine aerodynamisch wirksame Rauigkeitslänge ermittelt. Die Ermittlung der Rauigkeit der Umgebung eines Standorts soll nach Möglichkeit auf der Basis von Windmessdaten durch Auswertung der mittleren Windgeschwindigkeit und der Schubspannungsgeschwindigkeit geschehen. An Stationen des Messnetzes des DWD und von anderen Anbietern (beispielsweise MeteoGroup) wird als Turbulenzinformation in der Regel jedoch nicht die Schubspannungsgeschwindigkeit, sondern die Standardabweichung der Windgeschwindigkeit in Strömungsrichtung bzw. die Maximalböe gemessen und archiviert. Ein Verfahren zur Ermittlung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit hat der Deutsche Wetterdienst 2019 in einem Merkblatt [7] vorgestellt. Dieses Verfahren wird hier angewendet. Dabei ergeben sich die Werte, die in Tabelle 3 für jede Bezugswindstation angegeben sind.

4.4 Vergleich der Windrichtungsverteilungen

Der Vergleich der Windrichtungsverteilungen stellt nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [6] das primäre Kriterium für die Fragestellung dar, ob die meteorologischen Daten einer Messstation auf den untersuchten Anlagenstandort für eine Ausbreitungsrechnung übertragbar sind.

Für die EAP liegt formal das Windrichtungsmaximum bei 210° im Süd-Südwesten, wobei die Verteilung einer Achse von Süd-Südwest nach Nord-Nordost folgt. Ein deutliches Nebenmaximum zeichnet sich aus nord-nordöstlicher Richtung ab. Global minimale Intensitäten werden im Osten erwartet, wobei insgesamt östliche und südöstliche Richtungen intensitätsschwach auftreten. Mit dieser Windrichtungsverteilung sind die einzelnen Bezugswindstationen zu vergleichen.

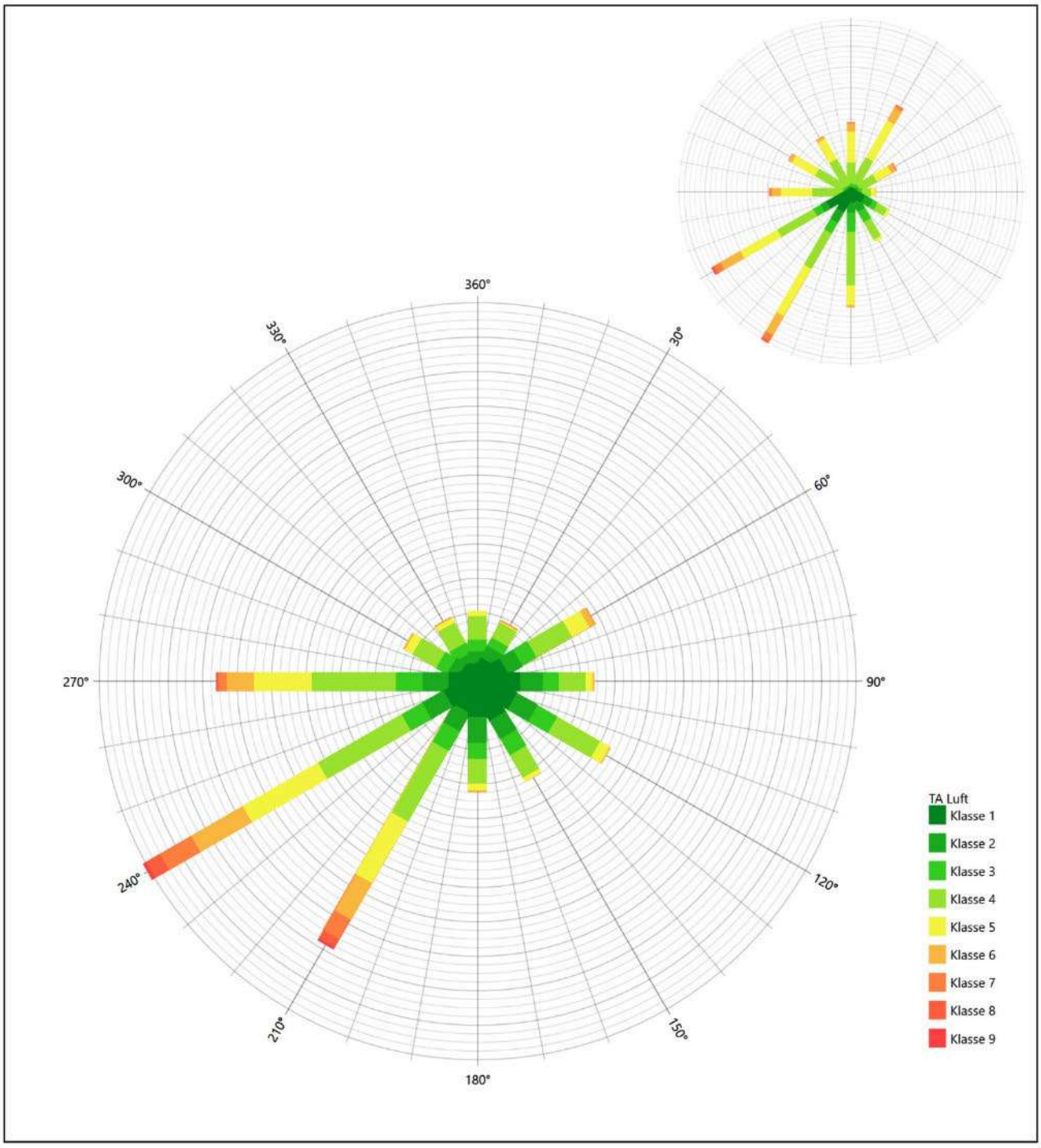


Abbildung 13: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Lautertal-Hörgenau mit dem Erwartungswert

Die Station Lautertal-Hörgenau hat das formale Hauptmaximum bei 240° aus West-Südwesten noch im benachbarten 30°-Richtungssektor zum Erwartungswert an der EAP. Das ost-südöstliche primäre Nebenmaximum erfüllt dieses Kriterium nicht mehr. Die Station ist zur Übertragung ungeeignet.

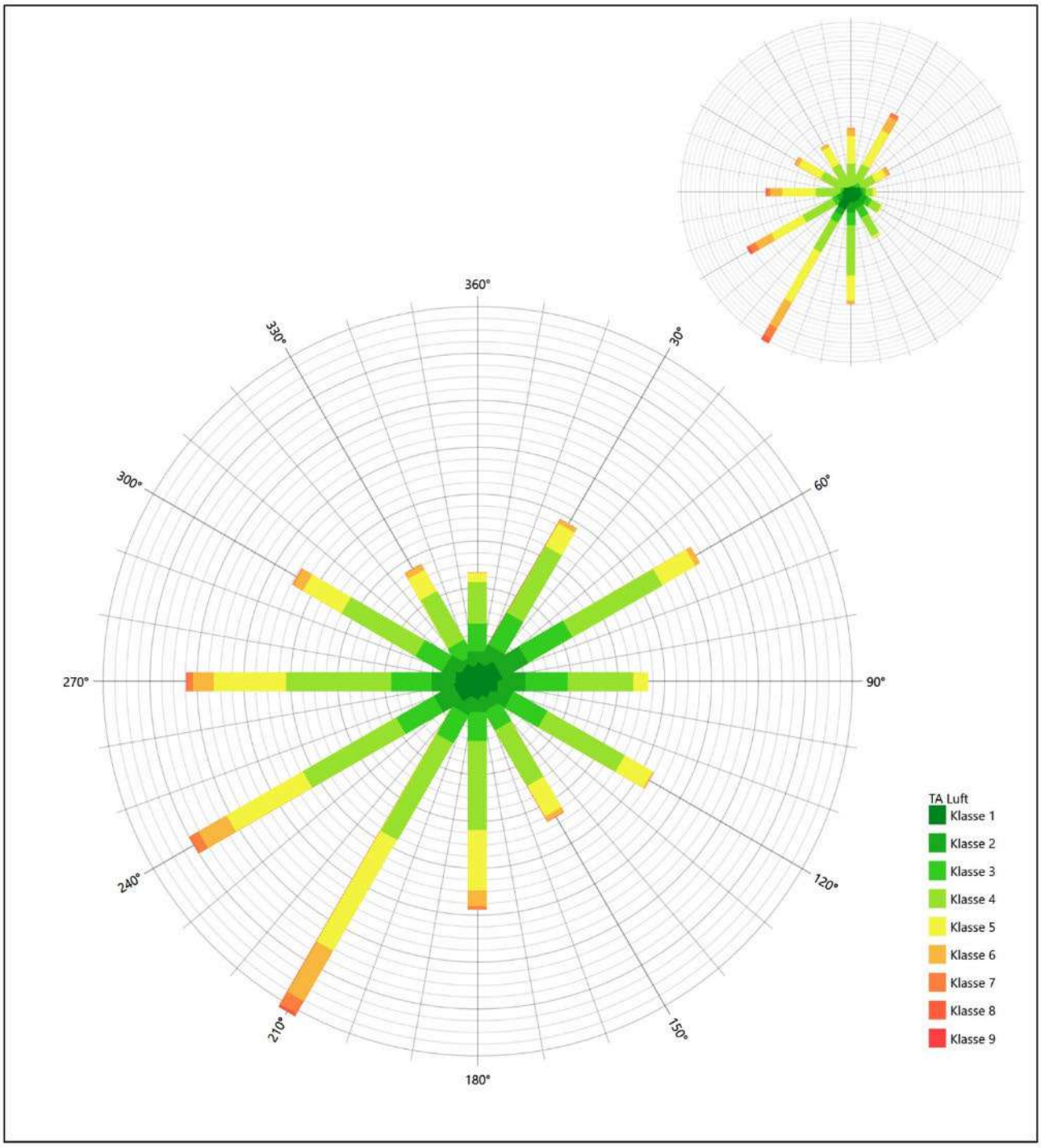


Abbildung 14: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Hoherodskopf/Vogelsberg mit dem Erwartungswert

Die Station Hoherodskopf/Vogelsberg hat das formale Hauptmaximum bei 210° aus Süd-Südwesten genau auf dem erwartungswert an der EAP. Das ost-nordöstliche primäre Nebenmaximum liegt noch im benachbarten 30°-Richtungssektor zur EAP, erstreckt sich aber bis nach 30°. Die Intensitäten westlicher und südöstlicher Richtungen sind überschätzt. Hier liegt aber insgesamt eine befriedigende Eignung zur Übertragung vor.

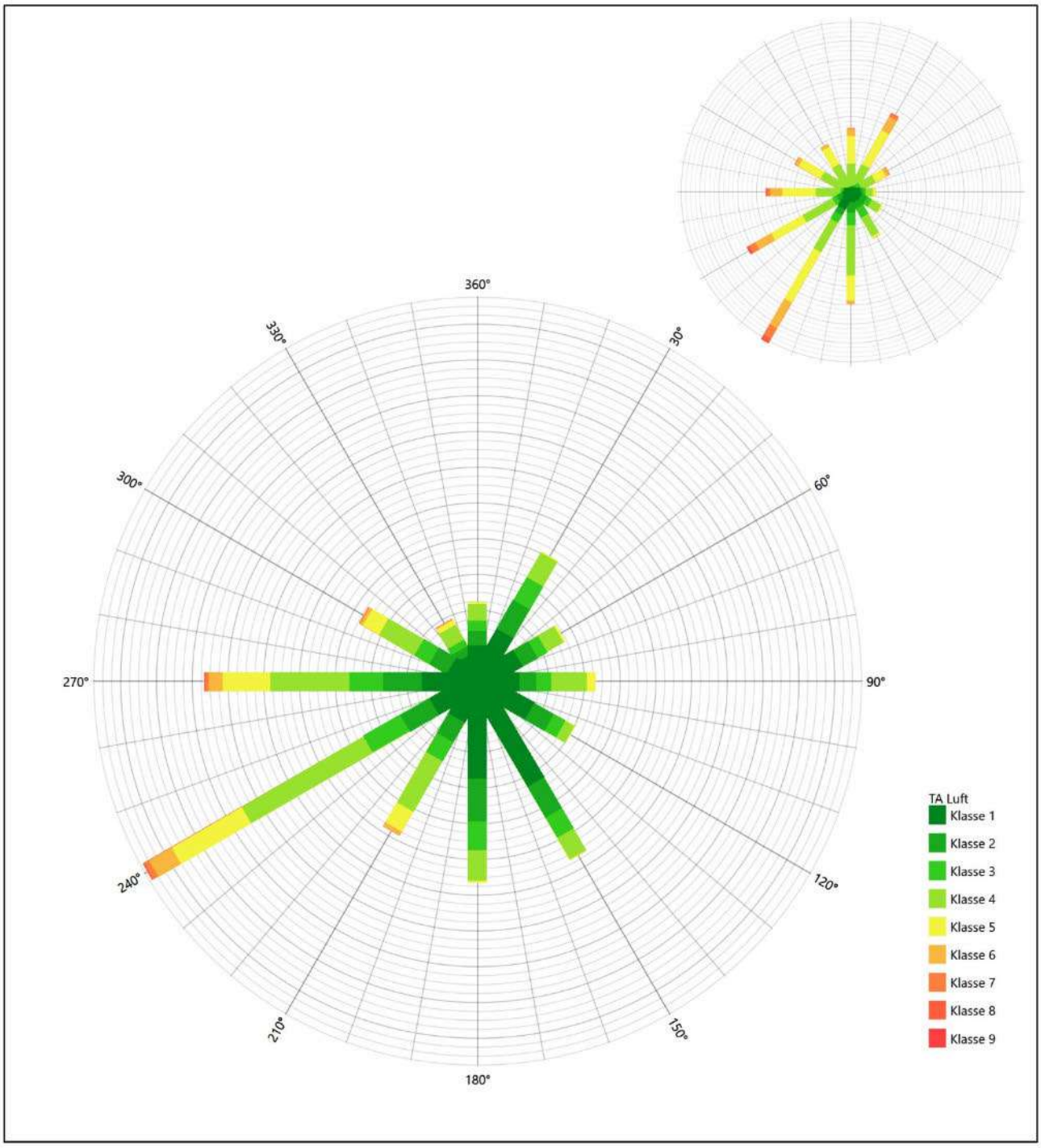


Abbildung 15: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Alsfeld mit dem Erwartungswert

Die Station Alsfeld hat das formale Hauptmaximum bei 240° aus West-Südwesten noch im benachbarten 30°-Richtungssektor zum Erwartungswert an der EAP. Das süd-südöstliche primäre Nebenmaximum erfüllt dieses Kriterium nicht mehr. Die Station ist zur Übertragung ebenfalls ungeeignet.

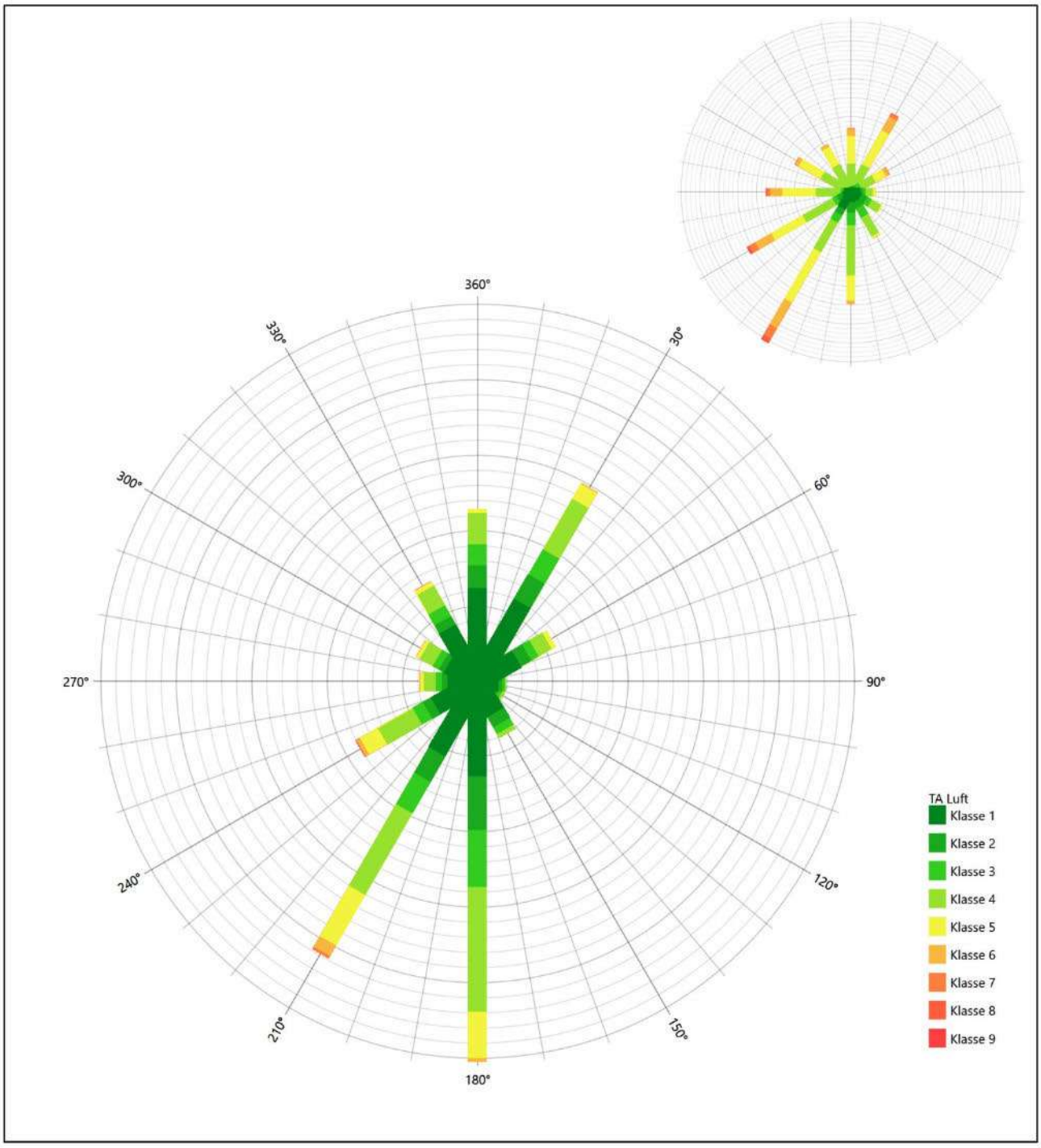


Abbildung 16: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Bad Hersfeld mit dem Erwartungswert

Die Station Bad Hersfeld hat das formale Hauptmaximum bei 180° aus Süden noch im benachbarten 30°-Richtungssektor zum Erwartungswert an der EAP. Da bei 210° eine starke Richtungsintensität vorliegt, liegt der Schwerpunkt der Hauptanströmung hier sogar besser. Das nord-nordöstliche Nebenmaximum ist genau getroffen. Hier liegt eine befriedigende Eignung zu einer Übertragung vor.

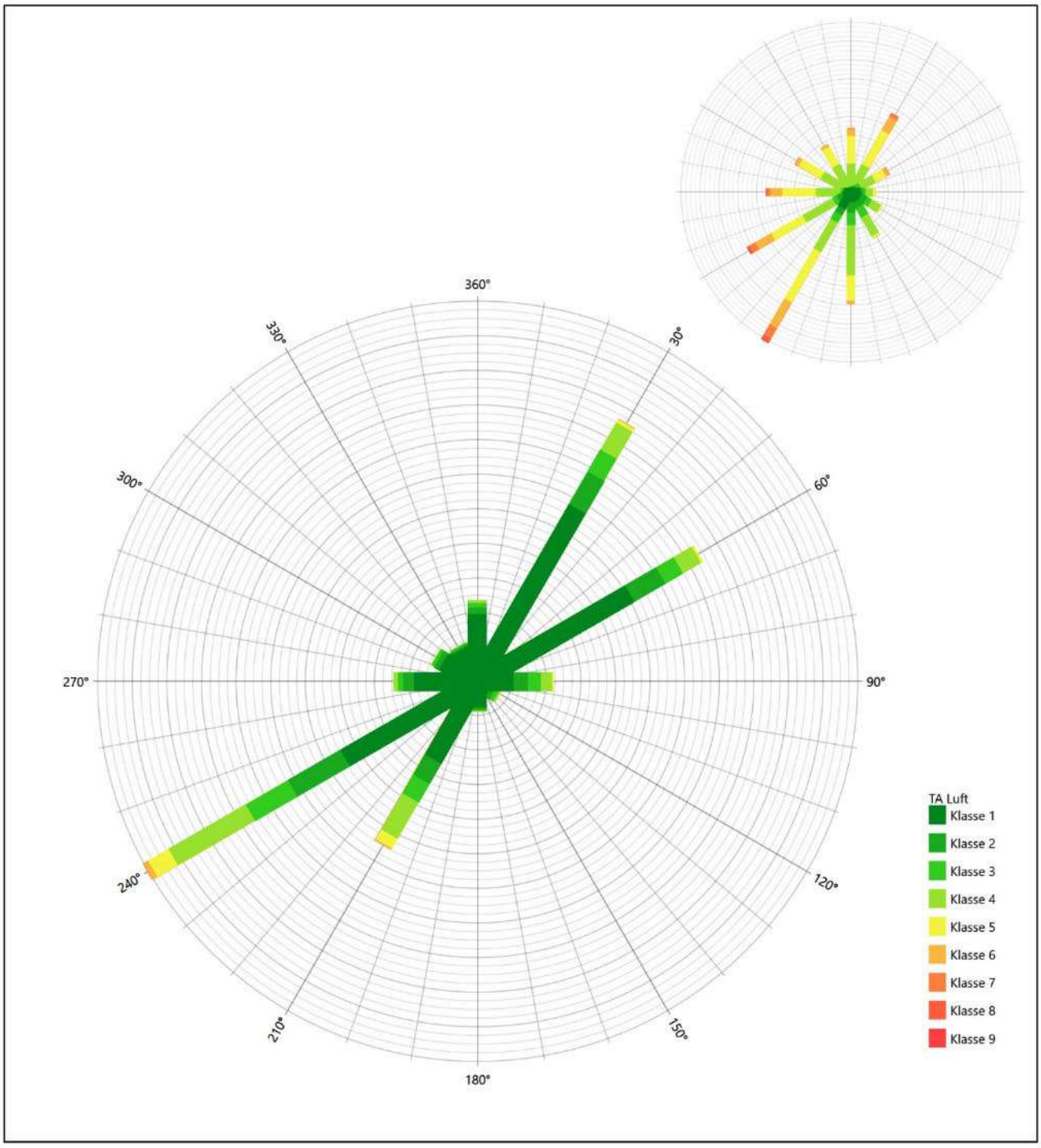


Abbildung 17: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Bad Soden-Salmünster (Kläranlage) mit dem Erwartungswert

Die Station Bad Soden-Salmünster (Kläranlage) hat das formale Hauptmaximum bei 240° aus West-Südwesten noch im benachbarten 30°-Richtungssektor zum Erwartungswert an der EAP. Das nord-nordöstliche Nebenmaximum ist genau getroffen. Allerdings ist die Verteilung zu eng kanalisiert. Hier liegt höchstens eine ausreichende Eignung zur Übertragung vor.

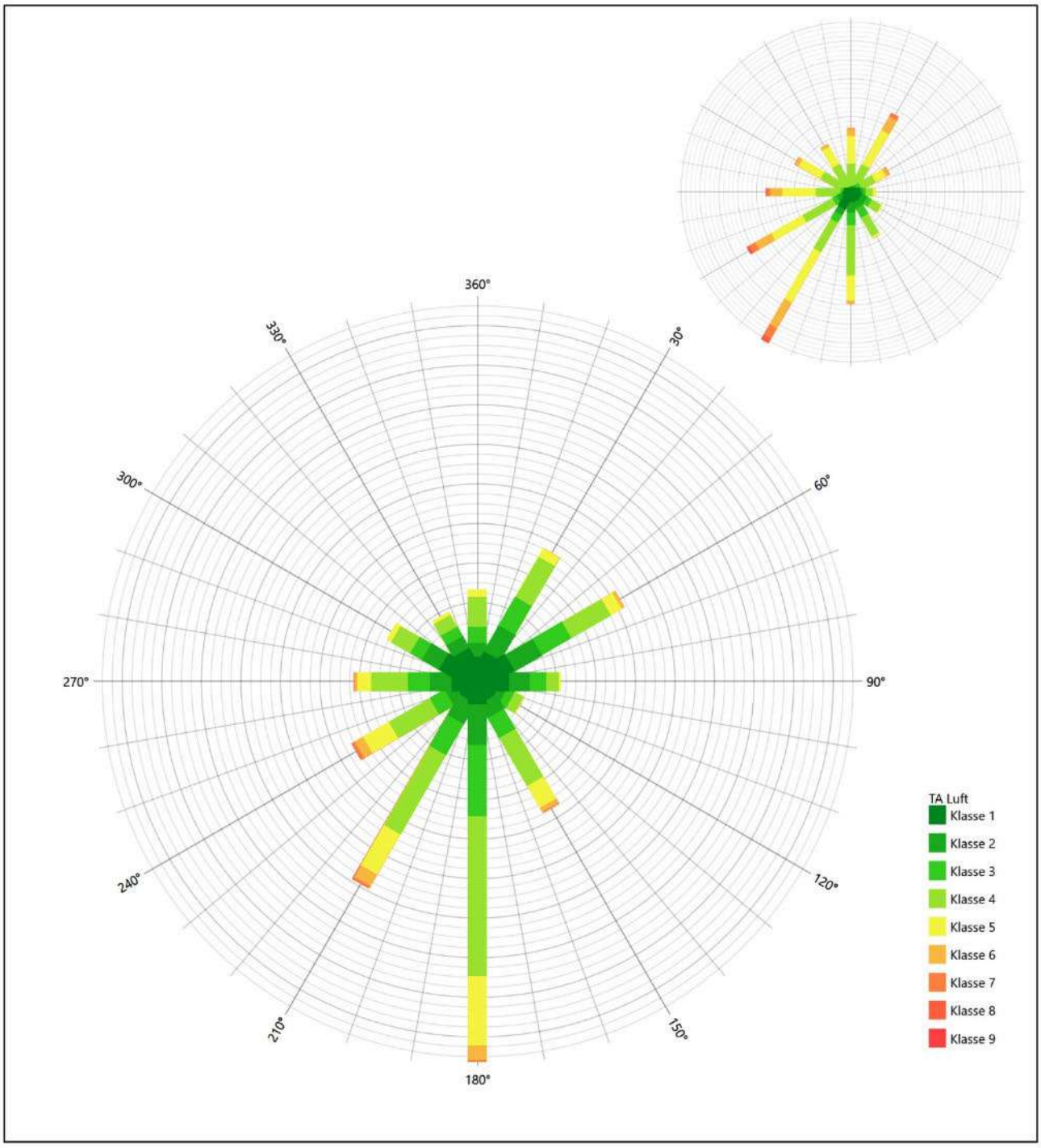


Abbildung 18: Vergleich der Windrichtungsverteilung der Station Neu-Ulrichstein mit dem Erwartungswert

Die Station Neu-Ulrichstein hat sowohl das formale Hauptmaximum bei 180° aus Süden als auch das Nebenmaximum aus Ost-Nordosten noch im benachbarten 30°-Richtungssektor zum Erwartungswert an der EAP. Hier liegt eine ausreichende Eignung zur Übertragung vor.

Somit sind aus Sicht der Windrichtungsverteilung die Stationen Hoherodskopf/Vogelsberg und Bad Hersfeld befriedigend für eine Übertragung geeignet. Bad Soden-Salmünster (Kläranlage) und Neu-Ulrichstein stimmen noch ausreichend mit der EAP überein. Lautertal-Hörgenau und Alsfeld erwiesen sich als nicht geeignet übertragen zu werden.

Diese Bewertung orientiert sich an den Kriterien der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [6]. Dies ist in der folgenden Tabelle als Rangliste dargestellt. Eine Kennung von „++++“ entspricht dabei einer guten Übereinstimmung, eine Kennung von „+++“ einer befriedigenden, eine Kennung von „++“ einer ausreichenden Übereinstimmung. Die Kennung „-“ wird vergeben, wenn keine Übereinstimmung besteht und die Bezugswindstation nicht zur Übertragung geeignet ist.

Tabelle 4: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windrichtungsverteilung

Bezugswindstation	Bewertung in Rangliste
Hoherodskopf/Vogelsberg	+++
Bad Hersfeld	+++
Bad Soden-Salmünster (Kläranlage)	++
Neu-Ulrichstein	++
Lautertal-Hörgenau	-
Alsfeld	-

4.5 Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilungen

Der Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilungen stellt ein weiteres Kriterium für die Fragestellung dar, ob die meteorologischen Daten einer Messstation auf den untersuchten Anlagenstandort für eine Ausbreitungsrechnung übertragbar sind. Als wichtigster Kennwert der Windgeschwindigkeitsverteilung wird hier die mittlere Windgeschwindigkeit betrachtet. Auch die Schwachwindhäufigkeit (Anteil von Windgeschwindigkeiten unter 1,0 m/s) kann für weitergehende Untersuchungen herangezogen werden.

Einen Erwartungswert für die mittlere Geschwindigkeit an der EAP liefert neben dem hier verwendeten prognostischen Modell auch noch das in 4.3 vorgestellte Statistische Windfeldmodell (SWM) des Deutschen Wetterdienstes. Für die EAP werden in 18,2 m Höhe von den beiden Modellen folgende mittleren Windgeschwindigkeiten erwartet:

Tabelle 5: EAP-Geschwindigkeiten verschiedener Modelle

Modell	Geschwindigkeit [m/s]
Prognostisch	3,59
SWM	2,97
Mittelwert	3,28

Beiden Modellen wird in diesem Aspekt gleiches Gewicht beigemessen, weshalb als beste Schätzung der mittleren Windgeschwindigkeit an der EAP im Weiteren der Mittelwert 3,3 m/s zu Grunde gelegt wird.

Dem kommen die Werte von Lautertal-Hörgenau und Hoherodskopf/Vogelsberg mit 3,1 m/s bzw. 3,2 m/s (auch wieder bezogen auf 18,2 m Höhe und die EAP-Rauigkeit von 1,36 m) sehr nahe. Sie zeigen eine Abweichung von nicht mehr als ± 0,5 m/s, was eine gute Übereinstimmung bedeutet.

Neu-Ulrichstein liegt mit einem Wert von 2,6 m/s noch innerhalb einer Abweichung von ± 1,0 m/s, was noch eine ausreichende Übereinstimmung darstellt.

Die Stationen Alsfeld, Bad Hersfeld und Bad Soden-Salmünster (Kläranlage) liegen mit 2,2 m/s, 2 m/s und 1,4 m/s deutlich darunter und außerhalb von ± 1,0 m/s Abweichung und sind nicht mehr als übereinstimmend anzusehen.

Aus Sicht der Windgeschwindigkeitsverteilung sind also Lautertal-Hörgenau und Hoherodskopf/Vogelsberg gut für eine Übertragung geeignet. Neu-Ulrichstein zeigt eine noch ausreichende Übereinstimmung. Alsfeld, Bad Hersfeld und Bad Soden-Salmünster (Kläranlage) sind mit einer Abweichung der mittleren Windgeschwindigkeit von mehr als 1,0 m/s gar nicht für eine Übertragung geeignet.

Diese Bewertung orientiert sich ebenfalls an den Kriterien der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [6]. Dies ist in der folgenden Tabelle als Rangliste dargestellt. Eine Kennung von „++“ entspricht dabei einer guten Übereinstimmung, eine Kennung von „+“ einer ausreichenden Übereinstimmung. Die Kennung „-“ wird vergeben, wenn keine Übereinstimmung besteht und die Bezugswindstation nicht zur Übertragung geeignet ist.

Tabelle 6: Rangliste der Bezugswindstationen hinsichtlich ihrer Windgeschwindigkeitsverteilung

Bezugswindstation	Bewertung in Rangliste
Lautertal-Hörgenau	++
Hoherodskopf/Vogelsberg	++
Neu-Ulrichstein	+
Alsfeld	-
Hersfeld, Bad	-
Bad Soden-Salmünster (Kläranlage)	-

4.6 Auswahl der Bezugswindstation

Fasst man die Ergebnisse der Ranglisten von Windrichtungsverteilung und Windgeschwindigkeitsverteilung zusammen, so ergibt sich folgende resultierende Rangliste.

Tabelle 7: Resultierende Rangliste der Bezugswindstationen

Bezugswindstation	Bewertung gesamt	Bewertung Richtungsverteilung	Bewertung Geschwindigkeitsverteilung
Hoherodskopf/Vogelsberg	+++++	+++	++
Neu-Ulrichstein	+++	++	+
Bad Hersfeld	-	+++	-
Bad Soden-Salmünster (Kläranlage)	-	++	-
Lautertal-Hörgenau	-	-	++
Alsfeld	-	-	-

In der zweiten Spalte ist eine Gesamtbewertung dargestellt, die sich als Zusammenfassung der Kennungen von Richtungsverteilung und Geschwindigkeitsverteilung ergibt. Der Sachverhalt, dass die Übereinstimmung der Windrichtungsverteilung das primäre Kriterium darstellt, wird darüber berücksichtigt, dass bei der Bewertung der Richtungsverteilung maximal die Kennung „++++“ erreicht werden kann, bei der Geschwindigkeitsverteilung maximal die Kennung „++“. Wird für eine Bezugswindstation die Kennung „-“ vergeben (Übertragbarkeit nicht gegeben), so ist auch die resultierende Gesamtbewertung mit „-“ angegeben.

In der Aufstellung ist zu erkennen, dass für Hoherodskopf/Vogelsberg die beste Eignung für eine Übertragung befunden wurde. Hoherodskopf/Vogelsberg ist zudem die räumlich zweit nächst liegende Bezugswindstation und liegt in orografisch vergleichbarem Terrain. Es sind darüber hinaus auch keine weiteren Kriterien bekannt, die einer Eignung dieser Station entgegenstehen könnten.

Hoherodskopf/Vogelsberg wird demzufolge für eine Übertragung ausgewählt.

5 Beschreibung der ausgewählten Wetterstation

Die zur Übertragung ausgewählte Station Hoherodskopf/Vogelsberg befindet sich rund 300 m süd-südwestlich des 763,8 m hohen Hoherodskopfes, dem zweithöchsten Gipfel des Vogelsbergmittelgebirges. Die der Station in Hessen ist aus der folgenden Abbildung ersichtlich.

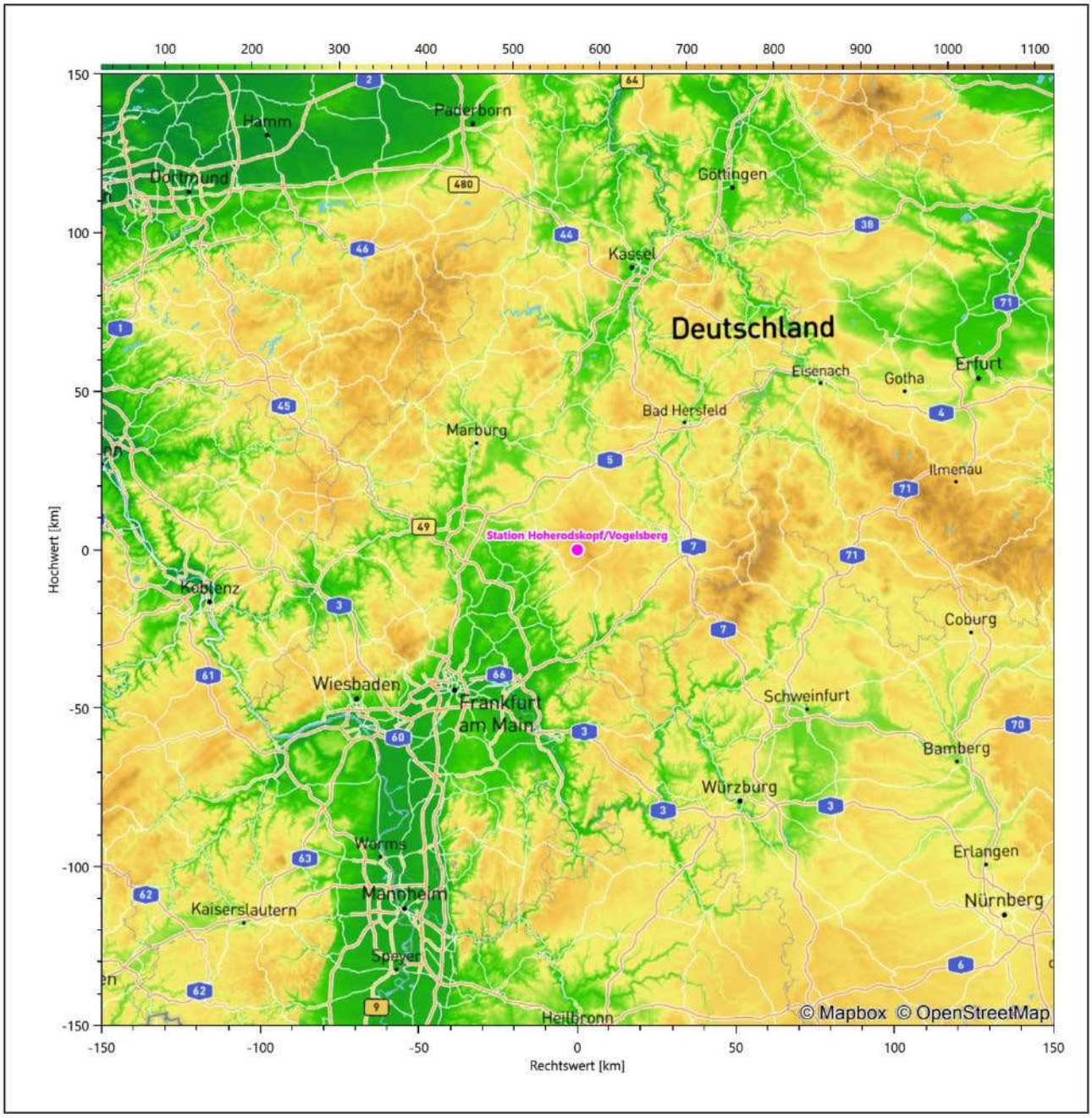


Abbildung 19: Lage der ausgewählten Station

In der folgenden Tabelle sind die Koordinaten der Wetterstation angegeben. Sie liegt 743 m über NHN. Der Windgeber war während des hier untersuchten Zeitraumes in einer Höhe von 10 m angebracht.

Tabelle 8: Koordinaten der Wetterstation

Geographische Länge:	9,2246°
Geographische Breite:	50,5084°

Die Umgebung der Station ist durch eine wechselnde Landnutzung geprägt. Unmittelbar benachbart liegen die Gipfelgebäude des Hoherodskopfes, in der weiteren Umgebung wechseln sich landwirtschaftlich genutzte Flächen und Waldgebiete ab.

Das folgende Luftbild verschafft einen detaillierten Überblick über die Nutzung um die Wetterstation.

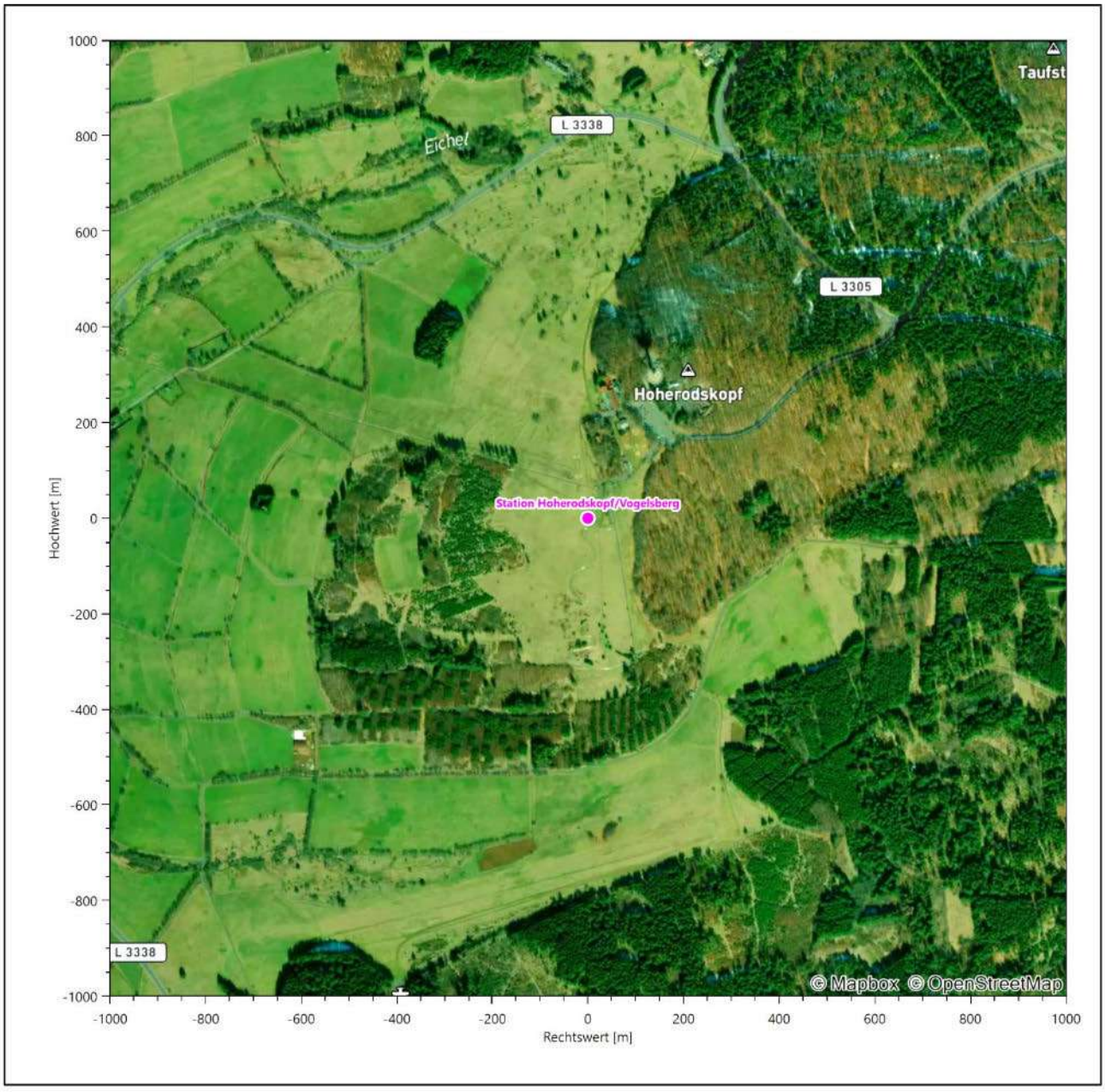


Abbildung 20: Luftbild mit der Umgebung der Messstation

Orographisch ist das Gelände, auch im weiteren Umkreis, deutlicher gegliedert. Die Station liegt in einer Gipfellage, es ist von allen Richtungen eine ungestörte Anströmung möglich. Der Hoherodskopf ist die zweithöchste Erhebung des Vogelsbergs. Die nachfolgende Abbildung verschafft einen Überblick über das Relief.

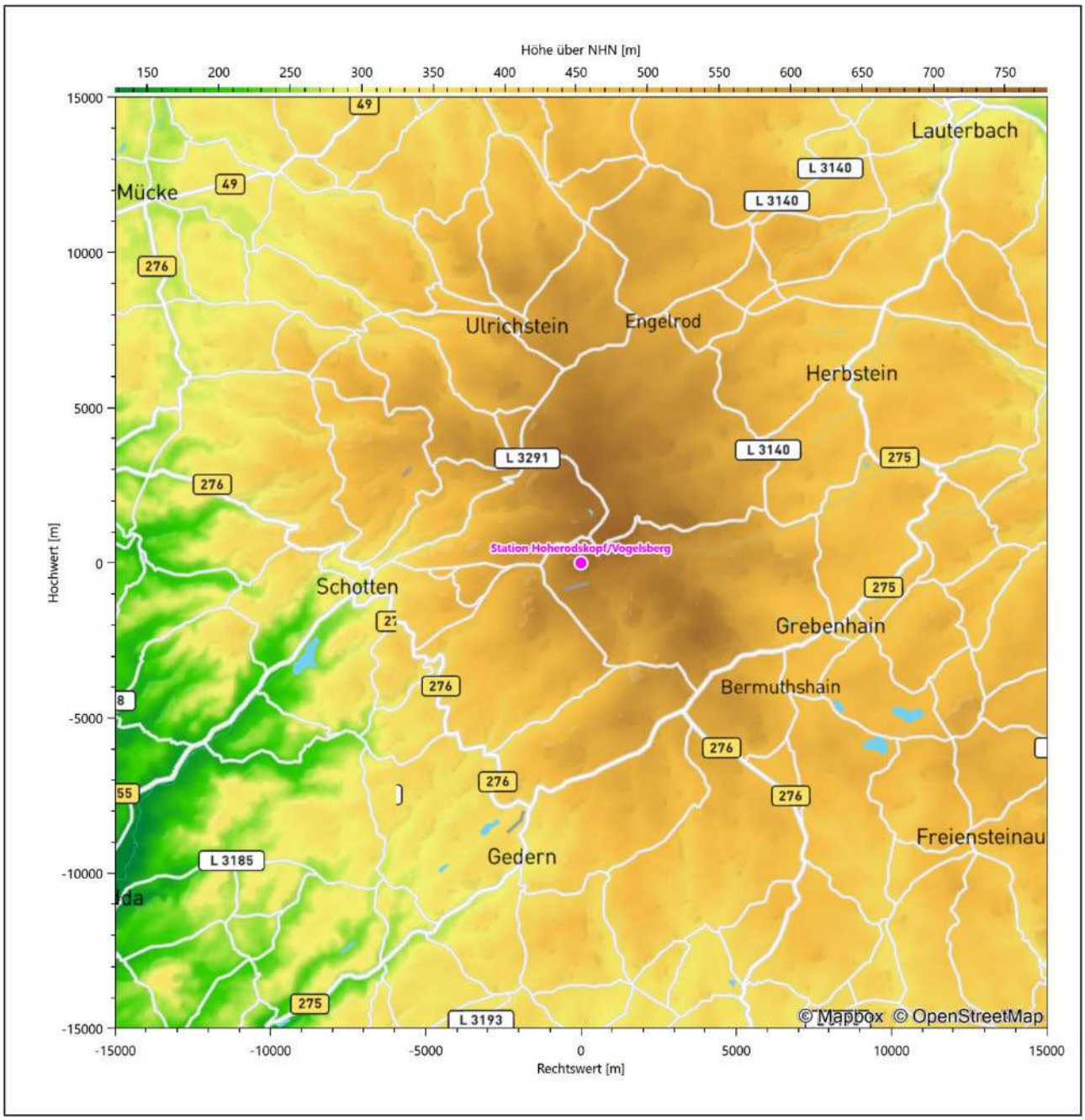


Abbildung 21: Orographie um den Standort der Wetterstation

6 Bestimmung eines repräsentativen Jahres

Neben der räumlichen Repräsentanz der meteorologischen Daten ist auch die zeitliche Repräsentanz zu prüfen. Bei Verwendung einer Jahreszeitreihe der meteorologischen Daten muss das berücksichtigte Jahr für den Anlagenstandort repräsentativ sein. Dies bedeutet, dass aus einer hinreichend langen, homogenen Zeitreihe (nach Möglichkeit 10 Jahre, mindestens jedoch 5 Jahre) das Jahr ausgewählt wird, das dem langen Zeitraum bezüglich der Windrichtungs-, Windgeschwindigkeits- und Stabilitätsverteilung am ehesten entspricht.

Im vorliegenden Fall geschieht die Ermittlung eines repräsentativen Jahres in Anlehnung an das Verfahren AKJahr, das vom Deutschen Wetterdienst verwendet und in der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [6] veröffentlicht wurde.

Bei diesem Auswahlverfahren handelt es sich um ein objektives Verfahren, bei dem die Auswahl des zu empfehlenden Jahres hauptsächlich auf der Basis der Resultate zweier statistischer Prüfverfahren geschieht. Die vorrangigen Prüfkriterien dabei sind Windrichtung und Windgeschwindigkeit, ebenfalls geprüft werden die Verteilungen von Ausbreitungsklassen und die Richtung von Nacht- und Schwachwinden. Die Auswahl des repräsentativen Jahres erfolgt dabei in mehreren aufeinander aufbauenden Schritten. Diese sind in den Abschnitten 6.1 bis 6.3 beschrieben.

6.1 Bewertung der vorliegenden Datenbasis und Auswahl eines geeigneten Zeitraums

Um durch äußere Einflüsse wie z. B. Standortverlegungen oder Messgerätewechsel hervorgerufene Unstetigkeiten innerhalb der betrachteten Datenbasis weitgehend auszuschließen, werden die Zeitreihen zunächst auf Homogenität geprüft. Dazu werden die Häufigkeitsverteilungen von Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Ausbreitungsklasse herangezogen.

Für die Bewertung der Windrichtungsverteilung werden insgesamt 12 Sektoren mit einer Klassenbreite von je 30° gebildet. Es wird nun geprüft, ob bei einem oder mehreren Sektoren eine sprunghafte Änderung der relativen Häufigkeiten von einem Jahr zum anderen vorhanden ist. „Sprunghafte Änderung“ bedeutet dabei eine markante Änderung der Häufigkeiten, die die normale jährliche Schwankung deutlich überschreitet, und ein Verbleiben der Häufigkeiten auf dem neu erreichten Niveau über die nächsten Jahre. Ist dies der Fall, so wird im Allgemeinen von einer Inhomogenität ausgegangen und die zu verwendende Datenbasis entsprechend gekürzt.

Eine analoge Prüfung wird anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung durchgeführt, wobei eine Aufteilung auf die Geschwindigkeitsklassen der TA Luft, Anhang 3, Tabelle 18 [8] erfolgt. Schließlich wird auch die Verteilung der Ausbreitungsklassen im zeitlichen Verlauf über den Gesamtzeitraum untersucht.

Die nachfolgenden Abbildungen zeigen den Test auf Homogenität für die ausgewählte Station über die letzten Jahre.

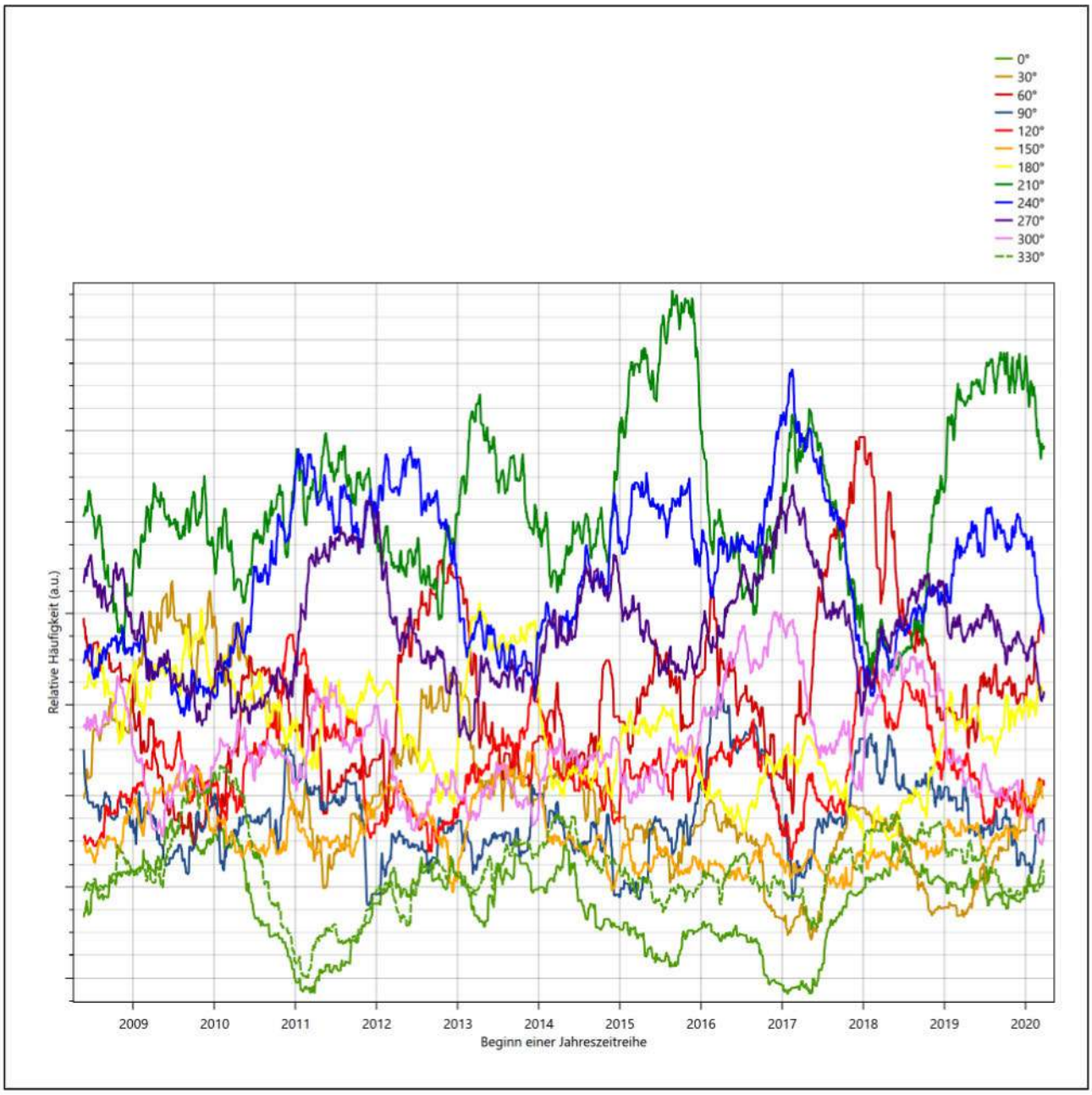


Abbildung 22: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windrichtungsverteilung

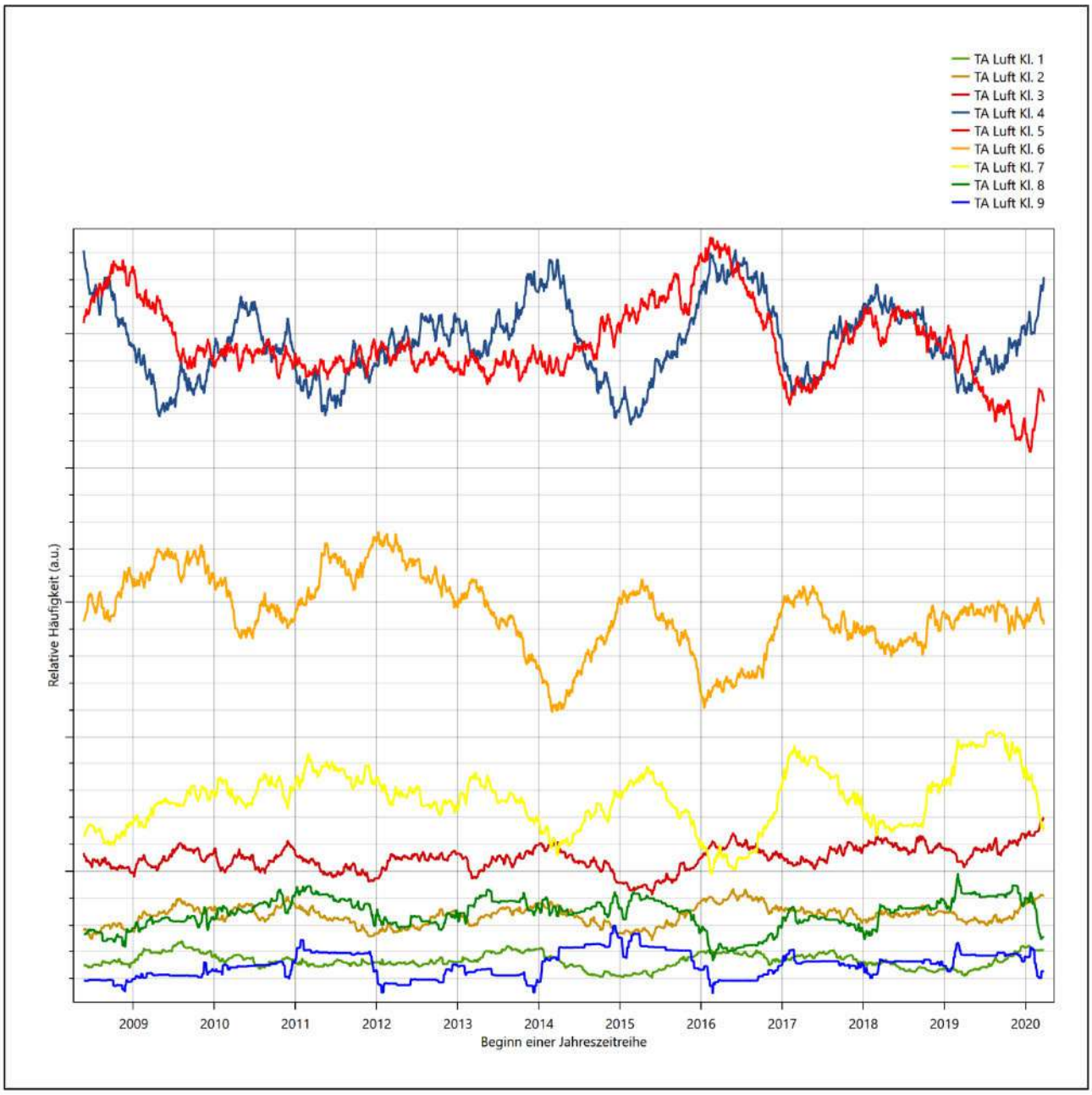


Abbildung 23: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Windgeschwindigkeitsverteilung

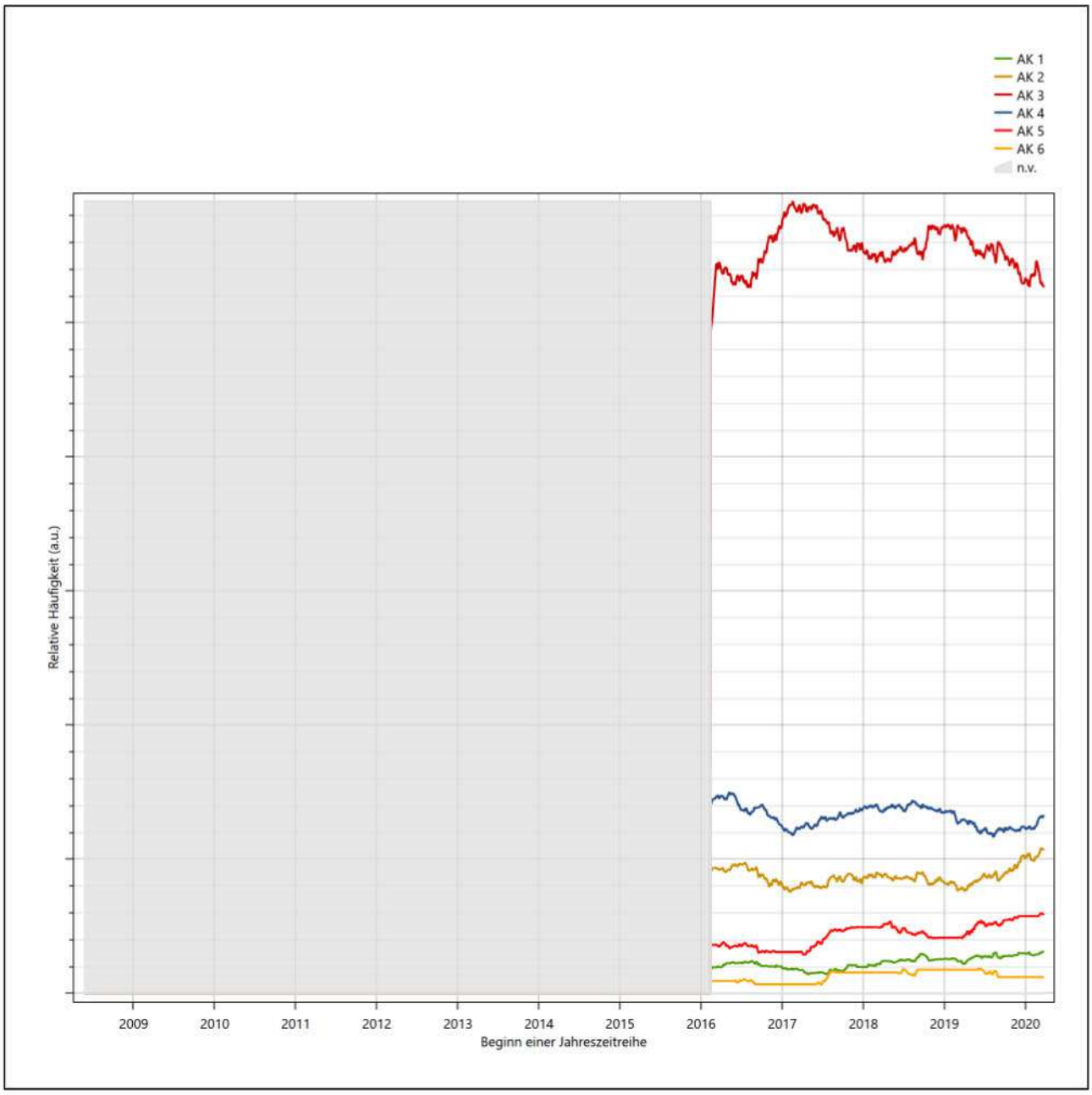


Abbildung 24: Prüfung auf vollständige und homogene Daten der Windmessstation anhand der Verteilung der Ausbreitungsklasse

Für die Bestimmung eines repräsentativen Jahres werden Daten aus einem Gesamtzeitraum mit einheitlicher Höhe des Messwertgebers vom 21.05.2008 bis zum 24.03.2021 verwendet.

Grau dargestellte Bereiche in Abbildung 24 markieren Messlücken bei der Bestimmung des Bedeckungsgrades (notwendig für die Ermittlung der Ausbreitungsklassen), weshalb für diese Zeiträume keine Jahreszeitreihe mit der notwendigen Verfügbarkeit von 90% gebildet werden konnte. Diese Bereiche werden auch später bei der Bestimmung des repräsentativen Jahres nicht mit einbezogen.

Wie aus den Grafiken erkennbar ist, gab es im untersuchten Zeitraum keine systematischen bzw. tendenziellen Änderungen an der Windrichtungsverteilung und der Windgeschwindigkeitsverteilung. Die Datenbasis ist also homogen und lang genug, um ein repräsentatives Jahr auszuwählen.

6.2 Analyse der Verteilungen von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse sowie der Nacht- und Schwachwinde

In diesem Schritt werden die bereits zum Zwecke der Homogenitätsprüfung gebildeten Verteilungen dem χ^2-Test zum Vergleich empirischer Häufigkeitsverteilungen unterzogen.

Bei der Suche nach einem repräsentativen Jahr werden dabei alle Zeiträume untersucht, die innerhalb des Gesamtzeitraumes an einem 01. Januar beginnen, am 31. Dezember desselben Jahres enden und bei denen ausreichend Messdaten verfügbar sind.

Bei der gewählten Vorgehensweise werden die χ^2-Terme der Einzelzeiträume untersucht, die sich beim Vergleich mit dem Gesamtzeitraum ergeben. Diese Terme lassen sich bis zu einem gewissen Grad als Indikator dafür ansehen, wie ähnlich die Einzelzeiträume dem mittleren Zustand im Gesamtzeitraum sind. Dabei gilt, dass ein Einzelzeitraum dem mittleren Zustand umso näherkommt, desto kleiner der zugehörige χ^2-Term (die Summe der quadrierten und normierten Abweichungen von den theoretischen Häufigkeiten entsprechend dem Gesamtzeitraum) ist. Durch die Kenntnis dieser einzelnen Werte lässt sich daher ein numerisches Maß für die Ähnlichkeit der Einzelzeiträume mit dem Gesamtzeitraum bestimmen.

In Analogie zur Untersuchung der Windrichtungen wird ebenfalls für die Verteilung der Windgeschwindigkeiten (auf die TA Luft-Klassen, siehe oben) ein χ^2-Test durchgeführt. So lässt sich auch für die Windgeschwindigkeitsverteilung ein Maß dafür finden, wie ähnlich die ein Jahr langen Einzelzeiträume dem Gesamtzeitraum sind.

Weiterhin wird die Verteilung der Ausbreitungsklassen in den Einzelzeiträumen mit dem Gesamtzeitraum verglichen.

Schließlich wird eine weitere Untersuchung der Windrichtungsverteilung durchgeführt, wobei jedoch das Testkollektiv gegenüber der ersten Betrachtung dieser Komponente dadurch beschränkt wird, dass ausschließlich Nacht- und Schwachwinde zur Beurteilung herangezogen werden. Der Einfachheit halber wird dabei generell der Zeitraum zwischen 18:00 und 6:00 Uhr als Nacht definiert, d.h. auf eine jahreszeitliche Differenzierung wird verzichtet. Zusätzlich darf die Windgeschwindigkeit 3 m/s während dieser nächtlichen Stunden nicht überschreiten. Die bereits bestehende Einteilung der Windrichtungssektoren bleibt hingegen ebenso unverändert wie die konkrete Anwendung des χ^2-Tests.

Als Ergebnis dieser Untersuchungen stehen für die einzelnen Testzeiträume jeweils vier Zahlenwerte zur Verfügung, die anhand der Verteilung von Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse und der Richtung von Nacht- und Schwachwinden die Ähnlichkeit des Testzeitraumes mit dem Gesamtzeitraum ausdrücken. Um daran eine abschließende Bewertung vornehmen zu können, werden die vier Werte gewichtet addiert, wobei die Windrichtung mit 0,46, die Windgeschwindigkeit mit 0,24, die Ausbreitungsklasse mit 0,25 und die Richtung der Nacht- und Schwachwinde mit 0,15 gewichtet wird. Die Wichtefaktoren wurden aus der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [6] entnommen. Als Ergebnis erhält man einen Indikator für die Güte der Übereinstimmung eines jeden Testzeitraumes mit dem Gesamtzeitraum.

In der folgenden Grafik ist dieser Indikator dargestellt, wobei auch zu erkennen ist, wie sich dieser Wert aus den einzelnen Gütemaßen zusammensetzt. Auf der Abszisse ist jeweils der Beginn des Einzelzeitraums mit einem Jahr Länge abgetragen.

Dabei werden nur die Zeitpunkte graphisch dargestellt, für die sich in Kombination mit Messungen der Bedeckung eine Jahreszeitreihe bilden lässt, die mindestens eine Verfügbarkeit von 90 % hat. Ausgesparte Bereiche stellen Messzeiträume an der Station dar, in denen aufgrund unvollständiger Bedeckungsdaten keine Zeitreihe mit dieser Verfügbarkeit zu erstellen ist (siehe oben).

Ebenfalls zu erkennen ist der Beginn des Testzeitraumes (Jahreszeitreihe), für den die gewichtete χ^2-Summe den kleinsten Wert annimmt (vertikale Linie). Dieser Testzeitraum ist als eine Jahreszeitreihe anzusehen, die dem gesamten Zeitraum im Rahmen der durchgeführten Untersuchungen am ähnlichsten ist. Dies ist im vorliegenden Fall der 01.01.2020, was als Beginn des repräsentativen Jahres angesehen werden kann. Die repräsentative Jahreszeitreihe läuft dann bis zum 31.12.2020.

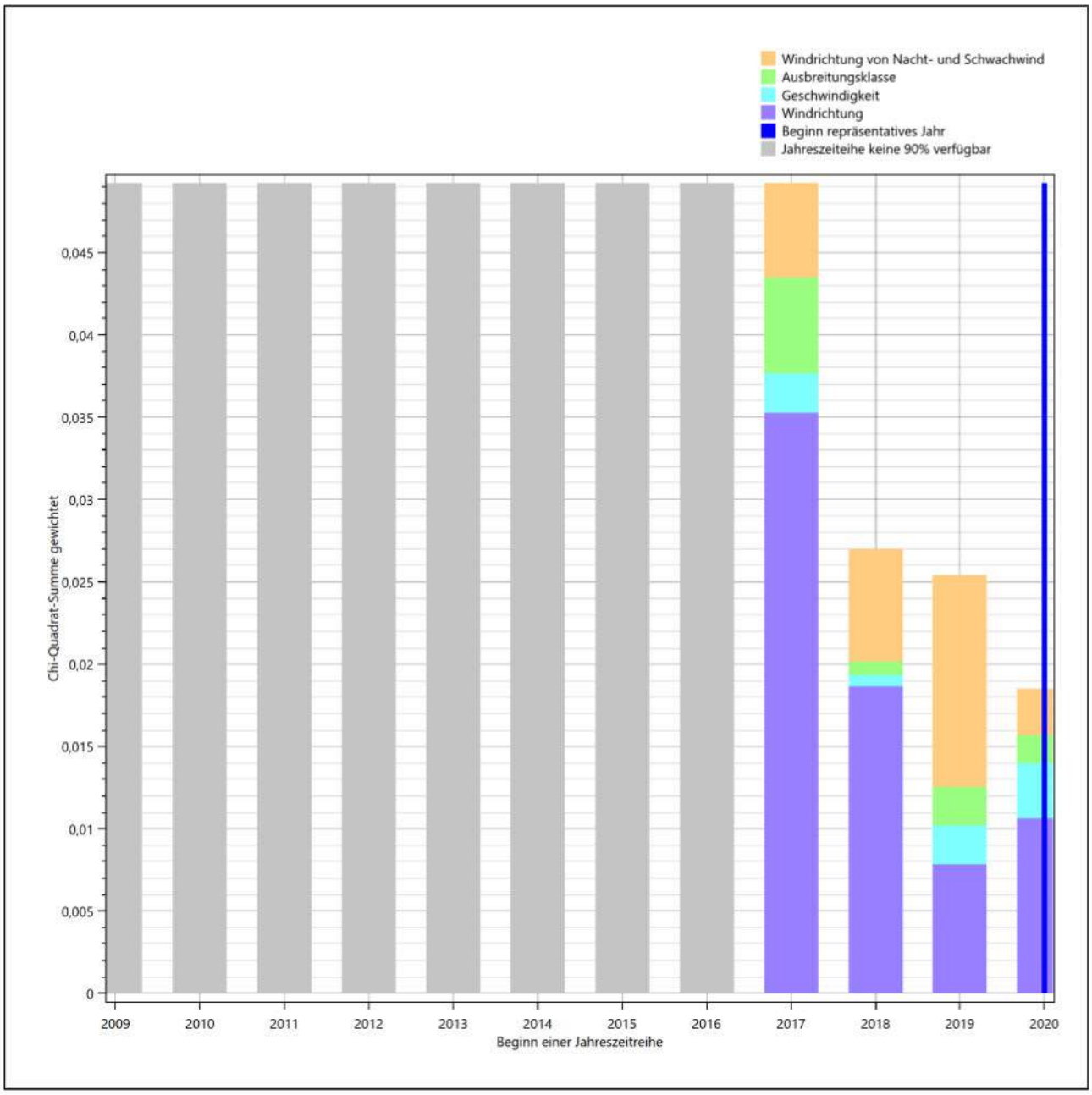


Abbildung 25: Gewichtete χ^2-Summe und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum

Die zunächst mit Auswertung der gewichteten χ^2-Summe durchgeführte Suche nach dem repräsentativen Jahr wird erweitert, indem auch geprüft wird, ob das gefundene repräsentative Jahr in der σ-Umgebung der für den Gesamtzeitraum ermittelten Standardabweichung liegen. Auch diese Vorgehensweise ist im Detail in der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [6] (Anhang A3.1) beschrieben.

Für jede Verteilung der zu bewertenden Parameter (Windrichtung, Windgeschwindigkeit, Ausbreitungsklasse, Richtung der Nacht- und Schwachwinde) wird die Standardabweichung über den Gesamtzeitraum bestimmt. Anschließend erfolgt für jeden Einzelzeitraum die Ermittlung der Fälle, in denen die Klassen der untersuchten Parameter innerhalb der Standardabweichung des Gesamtzeitraumes (σ-Umgebung) liegen.

Die Anzahl von Klassen, die für jeden Parameter innerhalb der σ-Umgebung des Gesamtzeitraumes liegen, ist wiederum ein Gütemaß dafür, wie gut der untersuchte Einzelzeitraum mit dem Gesamtzeitraum übereinstimmt. Je höher die Anzahl, umso besser ist die Übereinstimmung. In Anlehnung an die Auswertung der gewichteten χ^2-Summe wird auch hier eine gewichtete Summe aus den einzelnen Parametern gebildet, wobei die gleichen Wichtefaktoren wie beim χ^2-Test verwendet werden.

In der folgenden Grafik ist diese gewichtete Summe zusammen mit den Beiträgen der einzelnen Parameter für jeden Einzelzeitraum dargestellt.

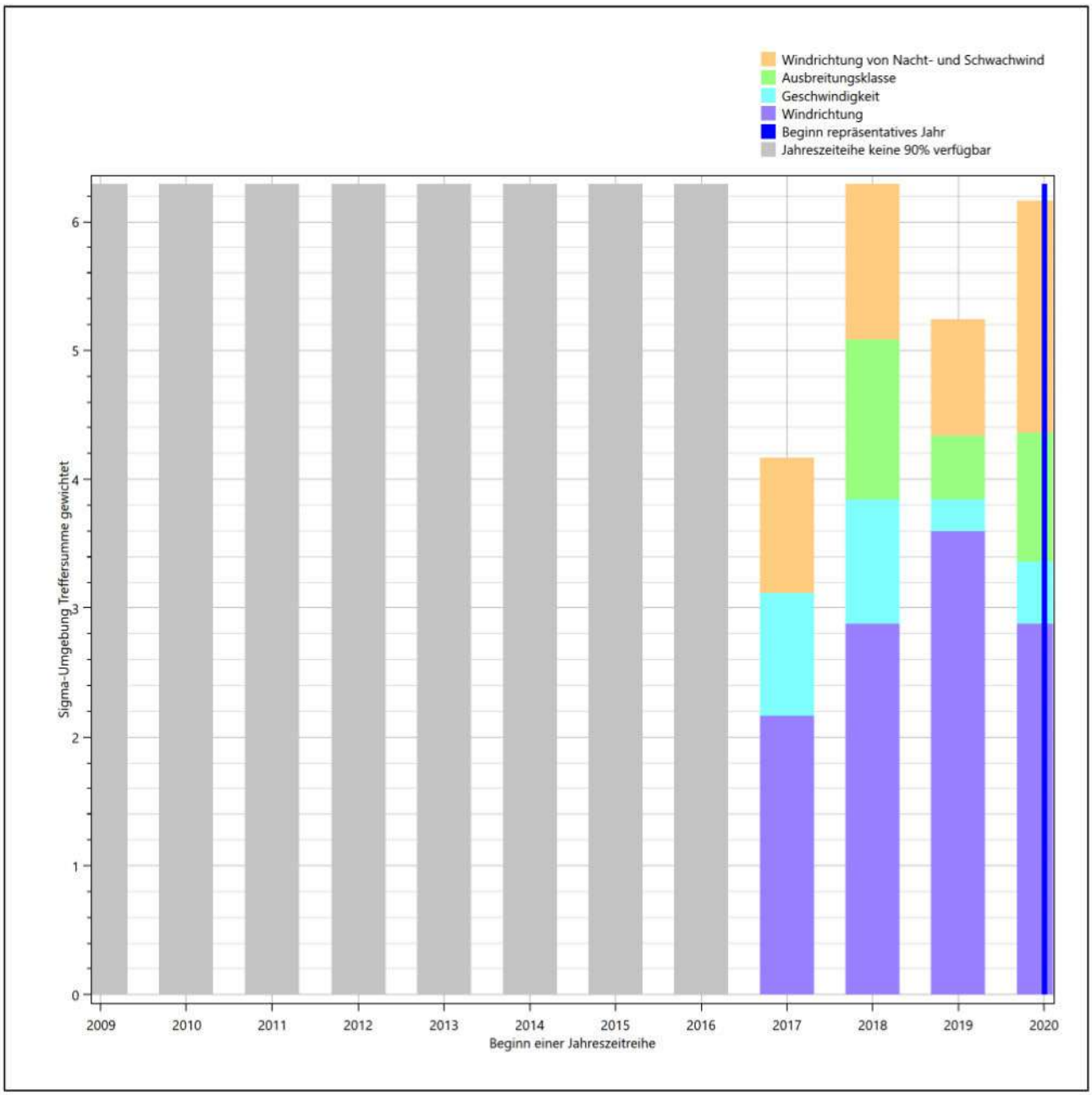


Abbildung 26: Gewichtete σ-Umgebung-Treffersumme und Einzelwerte als Maß für die Ähnlichkeit der einzelnen Testzeiträume zu je einem Jahr (Jahreszeitreihe) mit dem Gesamtzeitraum

Erfahrungsgemäß wird für das aus dem χ^2-Test gefundene repräsentative Jahr vom 01.01.2020 bis zum 31.12.2020 nicht auch immer mit dem Maximum der gewichteten σ-Umgebung-Treffersumme

zusammenfallen. Im vorliegenden Fall lässt sich jedoch für das repräsentative Jahr feststellen, dass 75 % aller anderen untersuchten Einzelzeiträume eine schlechtere σ-Umgebung-Treffersumme aufweisen. Dies kann als Bestätigung angesehen werden, dass das aus dem χ^2-Test gefundene repräsentative Jahr als solches verwendet werden kann.

6.3 Prüfung auf Plausibilität

Der im vorigen Schritt gefundene Testzeitraum mit der größten Ähnlichkeit zum Gesamtzeitraum erstreckt sich vom 01.01.2020 bis zum 31.12.2020. Inwieweit diese Jahreszeitreihe tatsächlich für den Gesamtzeitraum repräsentativ ist, soll anhand einer abschließenden Plausibilitätsprüfung untersucht werden.

Dazu sind in den folgenden Abbildungen die Verteilungen der Windrichtung, der Windgeschwindigkeit, der Ausbreitungsklasse und der Richtung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe dem Gesamtzeitraum gegenübergestellt.

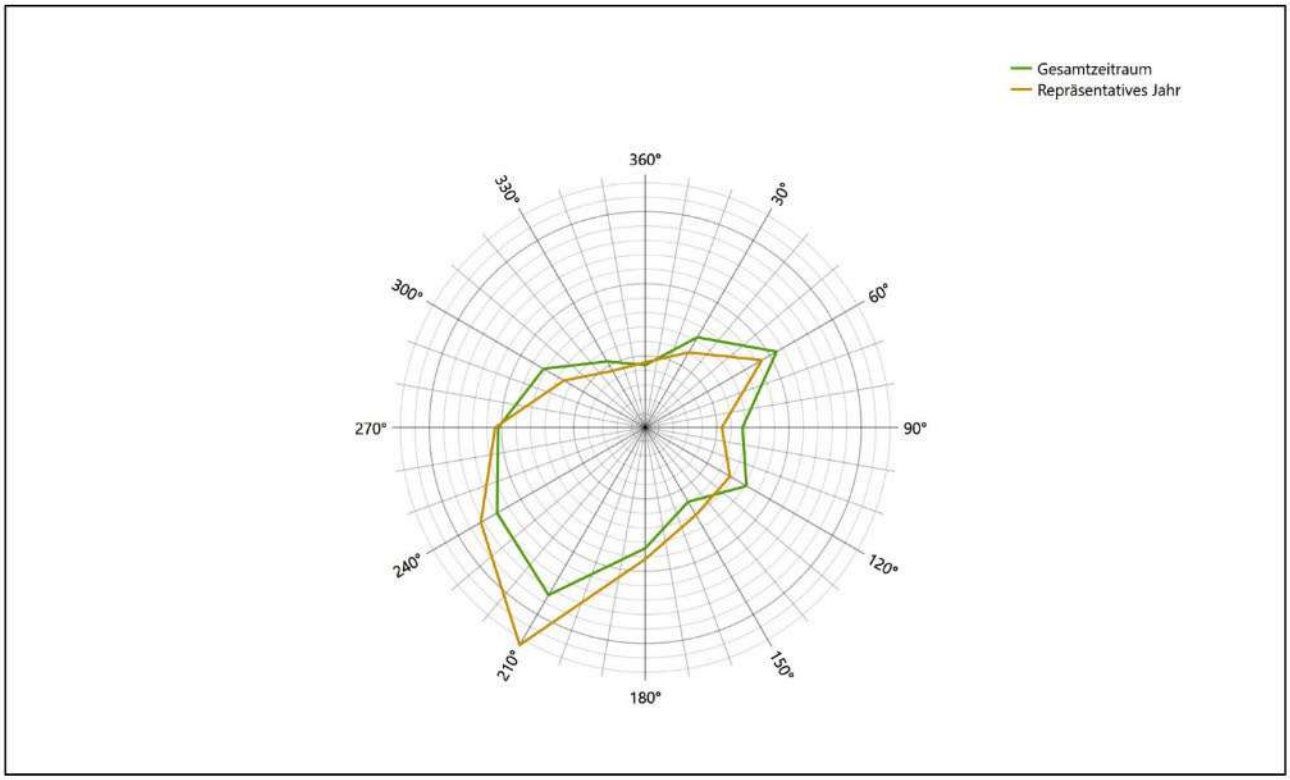


Abbildung 27: Vergleich der Windrichtungsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

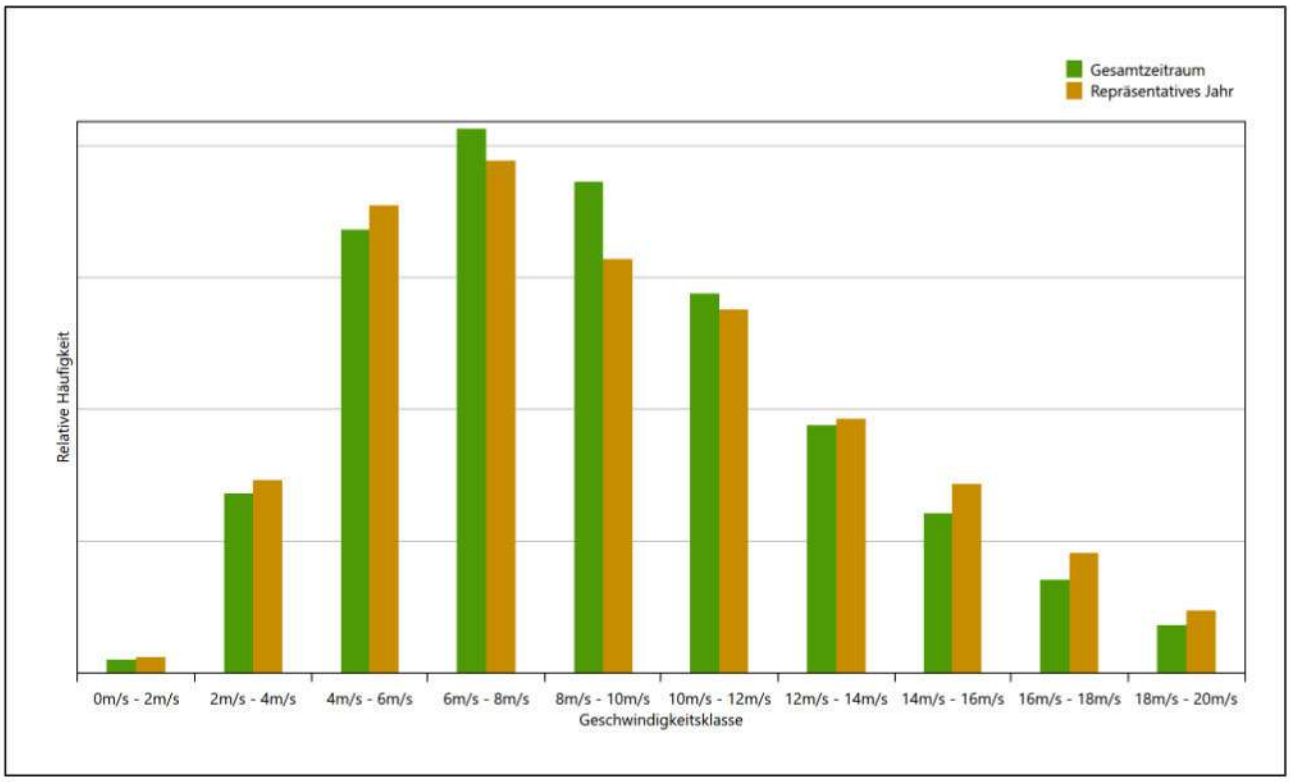


Abbildung 28: Vergleich der Windgeschwindigkeitsverteilung für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

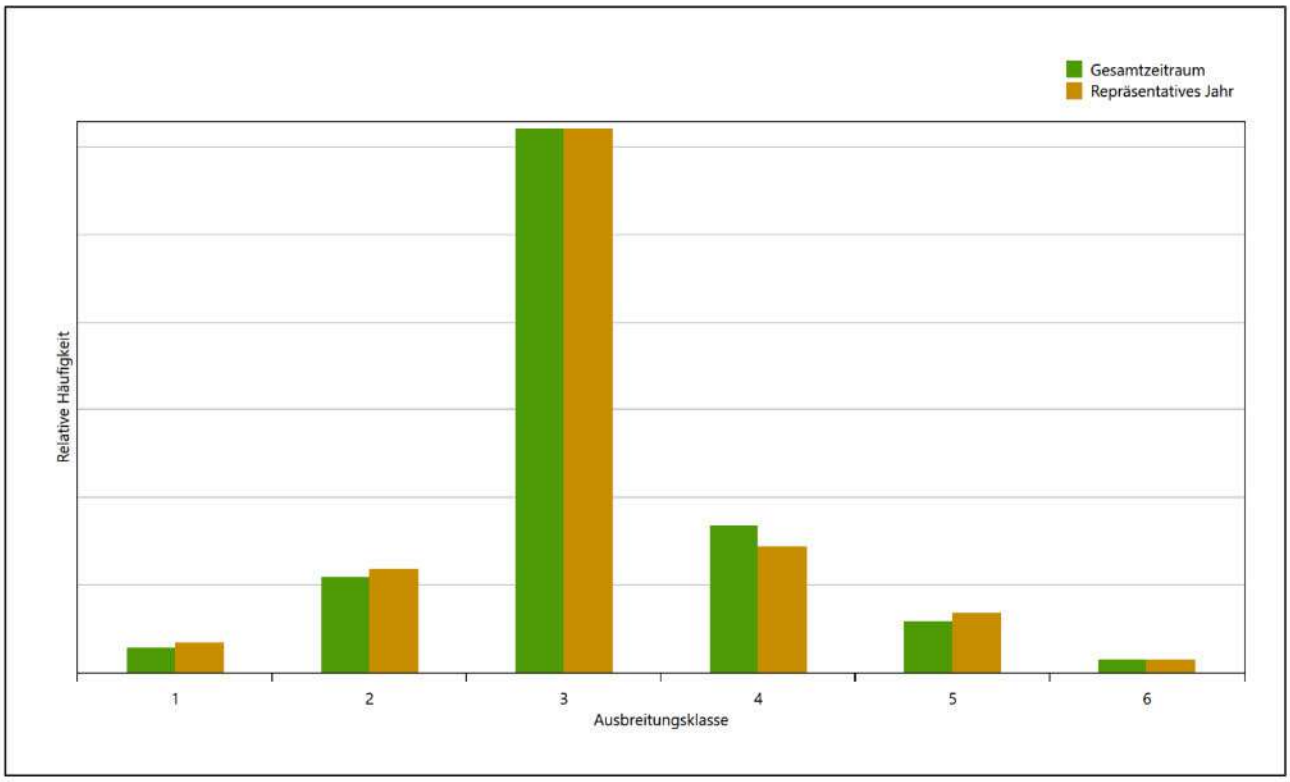


Abbildung 29: Vergleich der Verteilung der Ausbreitungsklasse für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

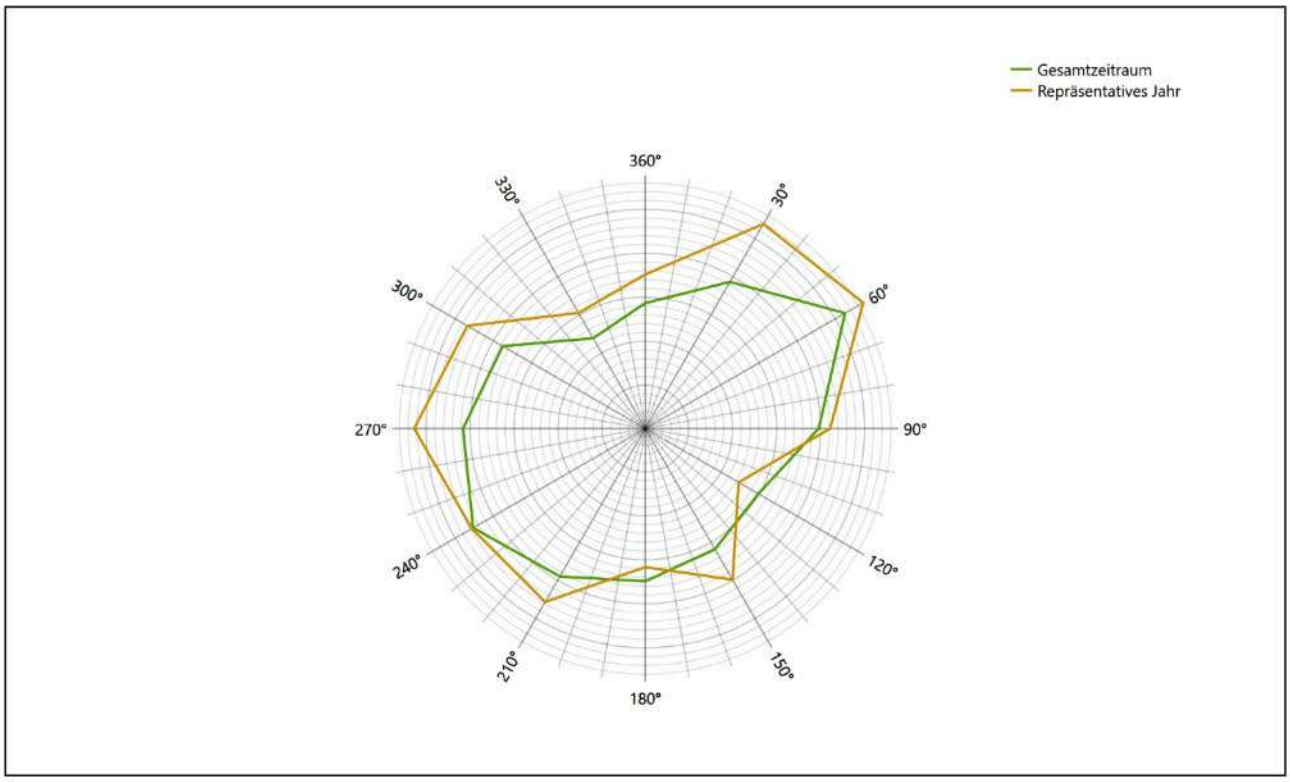


Abbildung 30: Vergleich der Richtungsverteilung von Nacht- und Schwachwinden für die ausgewählte Jahreszeitreihe mit dem Gesamtzeitraum

Anhand der Grafiken ist erkennbar, dass sich die betrachteten Verteilungen für die ausgewählte Jahreszeitreihe kaum von denen des Gesamtzeitraumes unterscheiden.

Daher kann davon ausgegangen werden, dass der Zeitraum vom 01.01.2020 bis zum 31.12.2020 ein repräsentatives Jahr für die Station Hoherodskopf/Vogelsberg im betrachteten Gesamtzeitraum vom 21.05.2008 bis zum 24.03.2021 ist.

7 Beschreibung der Datensätze

7.1 Effektive aerodynamische Rauigkeitslänge

7.1.1 Theoretische Grundlagen

Die Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeitslänge wird gemäß dem DWD-Merkblatt „Effektive Rauigkeitslänge aus Windmessungen“ [7] vorgenommen. Ausgangspunkt der Betrachtungen ist, dass die Rauigkeitsinformation über luvseitig des Windmessgerätes überströmte heterogene Oberflächen aus den gemessenen Winddaten extrahiert werden kann. Insbesondere Turbulenz und Böigkeit der Luftströmung tragen diese Informationen in sich.

Der Deutsche Wetterdienst stellt die zur Auswertung benötigten Messwerte über ausreichend große Zeiträume als 10-Minuten-Mittelwerte zur Verfügung. Unter anderem sind dies die mittlere Windgeschwindigkeit $\bar{u}$, die maximale Windgeschwindigkeit u_{max}, die mittlere Windrichtung und die Standardabweichung der Longitudinalkomponente σ_u.

Zur Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit aus diesen Messwerten muss die Art des Messgerätes Berücksichtigung finden, da eine Trägheit der Apparatur Einfluss auf die Dynamik der Windmessdaten ausübt. In diesem Zusammenhang müssen Dämpfungsfaktoren bestimmt werden, die sich für digital, nicht trägheitslose Messverfahren nach den Verfahren von Beljaars (Dämpfungsfaktor A_B) [9], [10] und für analoge nach dem Verfahren von Wieringa (Dämpfungsfaktor A_W) [11], [12] ermitteln lassen.

Ausgangspunkt aller Betrachtungen ist das logarithmische vertikale Windprofil in der Prandtl-Schicht für neutraler Schichtung. Die Geschwindigkeit nimmt dann wie folgt mit der Höhe z zu:

$$\bar{u}(z) = \frac{u_*}{\kappa} \ln\left(\frac{z-d}{z_0}\right) \tag{1}$$

hierbei stellen z die Messhöhe, z_0 die Rauigkeitslänge, u_* die Schubspannungsgeschwindigkeit, die sich aus $\sigma_u = C u_*$ berechnen lässt, $\kappa \approx 0{,}4$ die Von-Karman-Konstante und $d = B\, z_0$ die Verdrängungshöhe dar. Im Folgenden seien dabei Werte $C = 2{,}5$ (neutrale Schichtung) und $B = 6$ verwendet, die in der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 8 [5] begründet werden. In späteren Anwendungen wird Gleichung (1) nach z_0 aufgelöst. Zur Wahrung der Voraussetzungen dieser Theorie in der Prandtl-Schicht ergeben sich folgende Forderungen für die mittlere Windgeschwindigkeit $\bar{u}$ und die Turbulenzintensität I:

$$\overline{u}_i \geq \overline{u}_{min} = 5\,\mathrm{ms}^{-1} \tag{2}$$

und

$$I = \frac{\sigma_u}{\overline{u}} = \frac{1}{A_B}\frac{\sigma_{u,m}}{\overline{u}} < 0{,}5 \qquad (3)$$

Die Forderung nach neutraler Schichtung resultiert in einer minimalen, mittleren Windgeschwindigkeit $\overline{u}_{min}$, die nicht unterschritten werden sollte (2), und die Einhaltung der näherungsweisen Konstanz der turbulenten Flüsse, der „eingefrorenen Turbulenz“, (3). Beides wird im Merkblatt des Deutschen Wetterdienstes [7] anhand der Literatur begründet. Der Index „m“ steht dabei für gemessene Werte und „i“ bezeichnet alle Werte, die nach diesen Kriterien zur Mittelung herangezogen werden können.

Das folgende Schema, das im Anschluss näher erläutert wird, zeigt den Ablauf des Verfahrens je nach verwendeter Gerätetechnik.

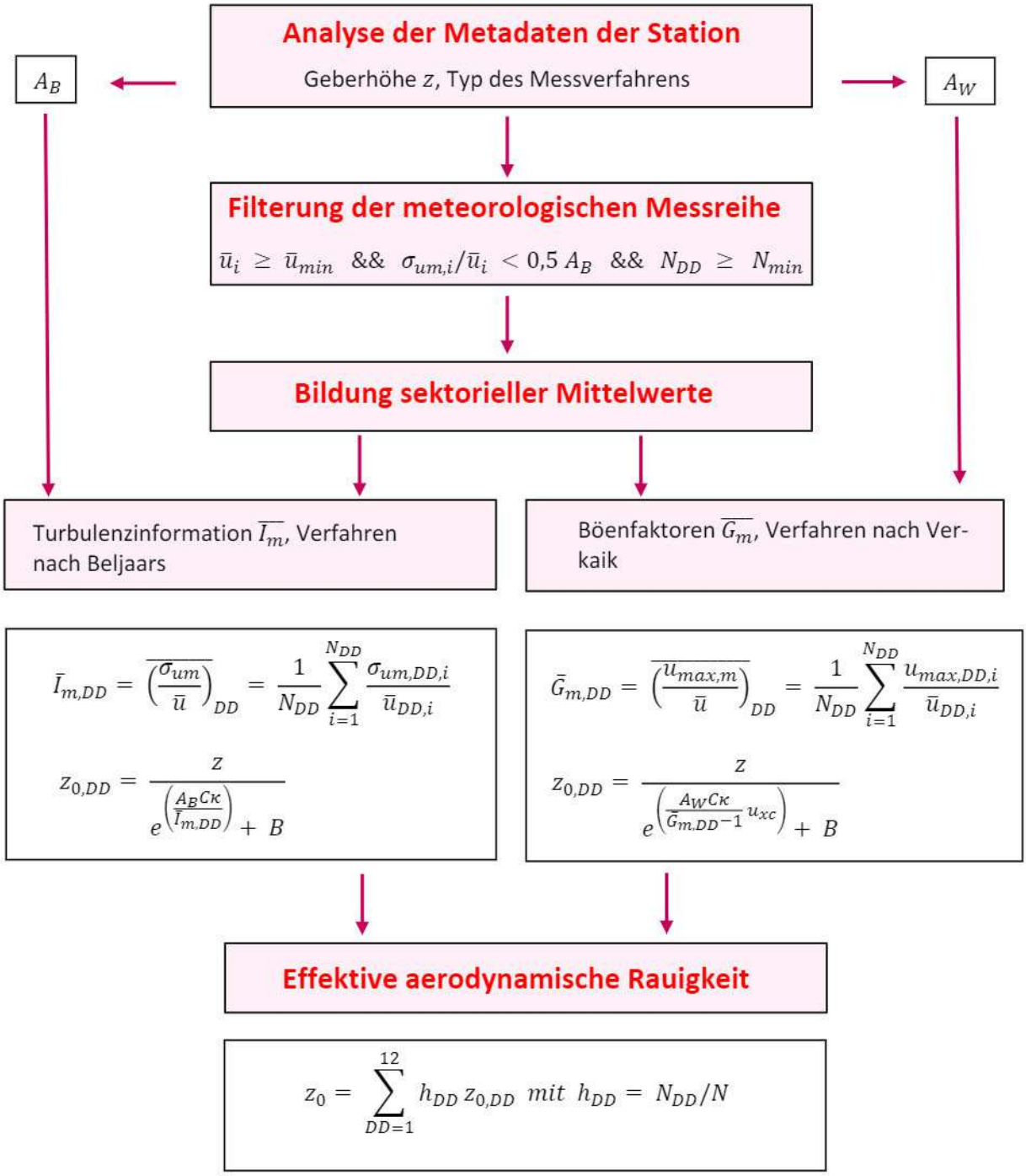


Abbildung 31: Schematischer Ablauf zur Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit

Im Merkblatt des Deutschen Wetterdienstes [7] stellt sich der Algorithmus zur Berechnung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit über die nachfolgend beschriebene Schrittfolge dar: Zunächst müssen die Metadaten der Station nach Höhe des Windgebers über Grund (Geberhöhe z) und nach Art des Messverfahrens

durchsucht werden, um die Dämpfungsfaktoren A_B oder A_W zuzuordnen. Unter Beachtung von Gleichung (2) stellt man für den untersuchten Zeitraum sicher, dass mindestens 6 Werte pro Windrichtungsklasse zur Verfügung stehen. Ist dies nicht der Fall, reduziert man sukzessive den Schwellwert $\overline{u}_{min}$ von 5 ms^{-1} auf 4 ms^{-1}, bis die Bedingung erfüllt ist. Eine Untergrenze des Schwellwertes von 3 ms^{-1}, wie sie im DWD-Merkblatt Erwähnung findet, wird hier nicht zur Anwendung gebracht, um die Forderung nach neutraler Schichtung möglichst konsequent durchzusetzen. Kann man darüber die Mindestzahl von 6 Messungen pro Windrichtungssektor nicht erreichen, erweitert man die zeitliche Basis symmetrisch über den anfänglich untersuchten Zeitraum hinaus und wiederholt die Prozedur.

Anhand der vorgefundenen Messtechnik entscheidet man, ob die gemessene Turbulenzinformation $\overline{I_m}$ (Verfahren nach Beljaars, prioritäre Empfehlung) oder der gemessene Böenfaktor $\overline{G_m}$ (Verfahren nach Verkaik bzw. Wieringa) verwendet werden kann. Danach werden in jedem Fall sektorielle Mittelwerte für jede Windrichtungsklasse gebildet, entweder $\overline{I_{m,DD}}$ für die Turbulenzinformation oder $\overline{G_{m,DD}}$ für die Böenfaktoren. Dies führt dann zu jeweiligen sektoriellen Rauigkeiten $z_{o,DD}$. Aus diesen wird schließlich durch gewichtete Mittelung die effektive aerodynamische Rauigkeit der Station ermittelt, wobei als Wichtefaktoren der Sektoren die jeweilige Häufigkeit der Anströmung aus diesem Sektor verwendet wird.

7.1.2 Bestimmung der effektiven aerodynamischen Rauigkeit im konkreten Fall

Die effektive aerodynamische Rauigkeit musste im vorliegenden Fall für die Station Hoherodskopf/Vogelsberg und den Zeitraum vom 01.01.2020 bis zum 31.12.2020 bestimmt werden. Als Messwertgeber wurde aus den Daten des Deutschen Wetterdienstes das System „Ultrasonic Anemometer 2D“ (Windmessung, elektr.) entnommen. Damit steht zur Rauigkeitsbestimmung das Verfahren nach Beljaars zur Verfügung. Für den Parameter A_B ergibt sich dabei ein Wert von 1. Die Von-Karman-Konstante κ wird konventionsgemäß mit 0,4 angesetzt, weiterhin sind B konventionsgemäß mit 6 und C mit 2,5 angesetzt.

Um für jeden Windrichtungssektor wenigstens sechs Einzelmessungen bei neutraler Schichtung zu erreichen, genügte bei einem Schwellwert $\overline{u}_{min}$ von 5,0 ms^{-1} der ursprüngliche Zeitraum vom 01.01.2020 bis zum 31.12.2020 und musste nicht ausgedehnt werden. In der nachfolgenden Tabelle sind die Anzahl der pro Windrichtungssektor verwendeten Einzelmessungen und die daraus ermittelten Sektorenrauigkeiten angegeben.

Tabelle 9: Anzahl der Einzelmessungen und Sektorenrauigkeiten für die Station Hoherodskopf/Vogelsberg

Sektor um	Anzahl der Einzelmessungen	Rauigkeit im Sektor [m]
0°	423	0,168 m
30°	467	0,247 m
60°	1139	0,321 m
90°	313	0,349 m
120°	916	0,073 m
150°	1544	0,015 m
180°	2518	0,021 m
210°	6086	0,045 m
240°	3771	0,051 m
270°	2315	0,030 m
300°	1024	0,019 m

330°	660	0,022 m

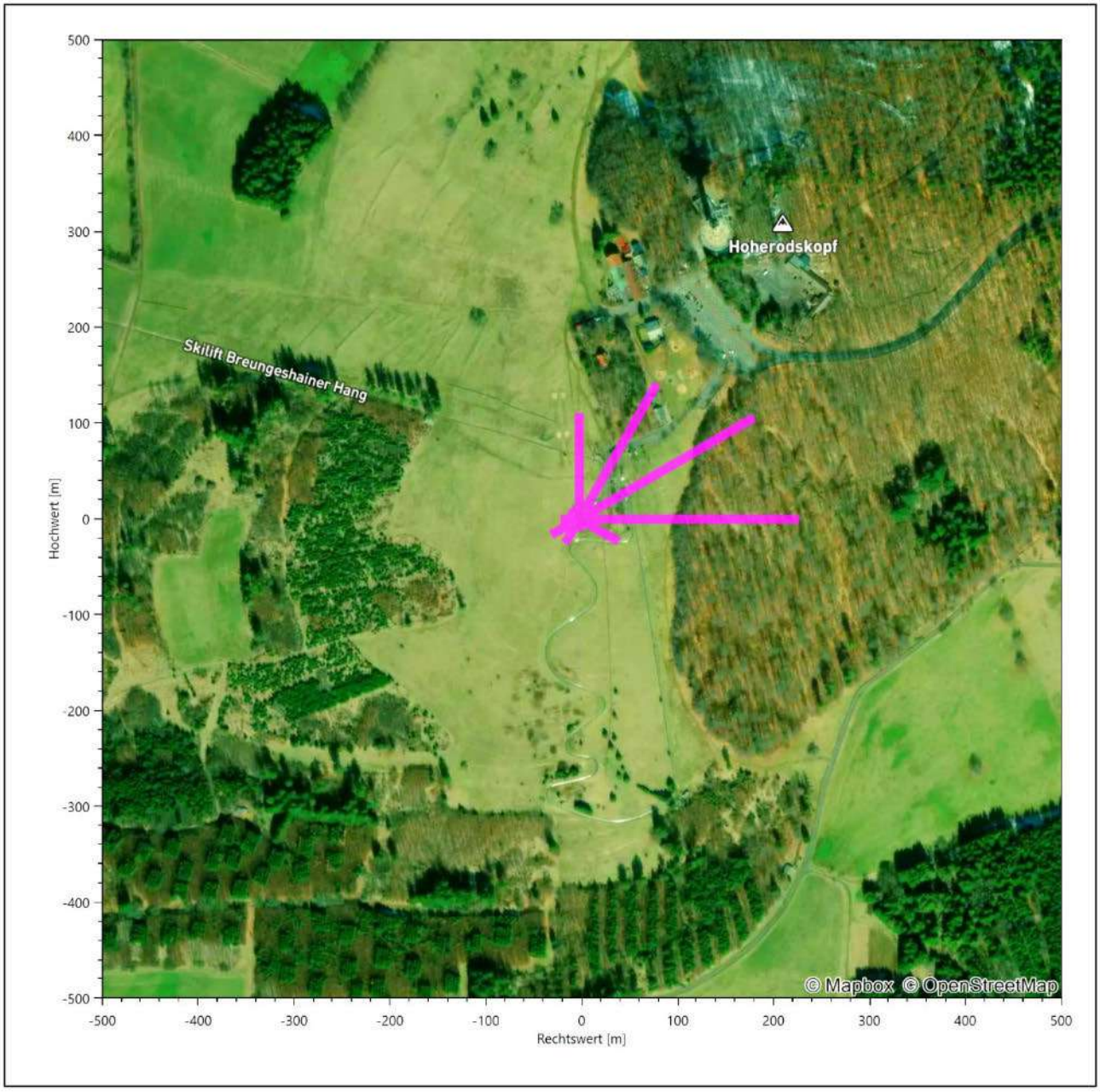


Abbildung 32: Verteilung der effektiven aerodynamischen Rauigkeiten auf die Windrichtungssektoren für die Station Hoherodskopf/Vogelsberg

Aus der mit den Anströmhäufigkeiten gewichteten Mittelung ergibt sich schließlich für die Station Hoherodskopf/Vogelsberg eine effektive aerodynamische Rauigkeit von 0,065 m.

7.2 Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse

Die für Ausbreitungsrechnungen notwendigen Informationen zur Anpassung der Windgeschwindigkeiten an die unterschiedlichen mittleren aerodynamischen Rauigkeiten zwischen der Windmessung (Station

Hoherodskopf/Vogelsberg) und der Ausbreitungsrechnung werden durch die Angabe von 9 Anemometerhöhen in der Zeitreihendatei gegeben.

Je nachdem, wie stark sich die Rauigkeit an der ausgewählten Bezugswindstation von der für die Ausbreitungsrechnung am Standort verwendeten Rauigkeit unterscheiden, werden die Windgeschwindigkeiten implizit skaliert. Dies geschieht nicht durch formale Multiplikation aller Geschwindigkeitswerte mit einem geeigneten Faktor, sondern durch die Annahme, dass die an der Bezugswindstation gemessene Geschwindigkeit nach Übertragung an die EAP dort einer größeren oder kleineren (oder im Spezialfall auch derselben) Anemometerhöhe zugeordnet wird. Über das logarithmische Windprofil in Bodennähe wird durch die Verschiebung der Anemometerhöhe eine Skalierung der Windgeschwindigkeiten im berechneten Windfeld herbeigeführt.

Die aerodynamisch wirksame Rauigkeitslänge an der Bezugswindstation Hoherodskopf/Vogelsberg wurde nach dem im Abschnitt 7.1.2 beschriebenen Verfahren berechnet. Für Hoherodskopf/Vogelsberg ergibt das im betrachteten Zeitraum vom 01.01.2020 bis zum 31.12.2020 einen Wert von 0,065 m. Daraus ergeben sich die folgenden, den Rauigkeitsklassen der TA Luft zugeordneten Anemometerhöhen. Das Berechnungsverfahren dazu wurde der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 8 [5] entnommen.

Tabelle 10: Rechnerische Anemometerhöhen in Abhängigkeit von der Rauigkeitsklasse für die Station Hoherodskopf/Vogelsberg

Rauigkeitsklasse [m]:	0,01	0,02	0,05	0,10	0,20	0,50	1,00	1,50	2,00
Anemometerhöhe [m]:	5,4	6,7	9,2	11,6	14,9	21,1	28,1	33,6	38,4

7.3 Ausbreitungsklassenzeitreihe

Aus den Messwerten der Station Hoherodskopf/Vogelsberg für Windgeschwindigkeit, Windrichtung und Bedeckung wurde eine Ausbreitungsklassenzeitreihe gemäß den Vorgaben der TA Luft in Anhang 3 Ziffer 8 [8] erstellt. Die gemessenen meteorologischen Daten werden als Stundenmittel angegeben, wobei die Windgeschwindigkeit vektoriell gemittelt wird. Die Verfügbarkeit der Daten soll nach TA Luft mindestens 90 % der Jahresstunden betragen. Im vorliegenden Fall wurde eine Verfügbarkeit von 98 % bezogen auf das repräsentative Jahr vom 01.01.2020 bis zum 31.12.2020 erreicht.

Die rechnerischen Anemometerhöhen gemäß Tabelle 10 wurden im Dateikopf hinterlegt.

7.4 Ausbreitungsklassenzeitreihe mit Niederschlag

Das Programmsystem AUSTAL 2000N ist eine erweiterte Umsetzung des Referenzmodells AUSTAL 2000 nach Anhang 3 der TA Luft. Neben der trockenen Deposition kann mit AUSTAL 2000N auch nasse Deposition berücksichtigt werden. Voraussetzung dafür ist ein meteorologischer Datensatz, der Informationen zur Niederschlagsintensität enthält. Das Standardformat AKTERM wurde zu diesem Zweck erweitert, um eine Ausbreitungsklassenzeitreihe mit Niederschlagsinformationen in zwei zusätzlichen Datenspalten unterzubringen.

Für den vorliegenden Fall wurde eine solche Ausbreitungsklassenzeitreihe mit Niederschlag erzeugt. Die stündliche Niederschlagsmenge wurde dabei von der Station Hoherodskopf/Vogelsberg übernommen, von der auch die Winddaten als übertragbar befunden wurden.

Diese Variante wurde gewählt, da derzeit noch keine hochaufgelösten Niederschlagsdaten zur Verfügung stehen.

Ziel des Projektes RESTNI (Regionalisierung stündlicher Niederschläge zur Modellierung der nassen Deposition) an der Leibniz Universität Hannover ist es derzeit, nach einem einheitlichen, objektiven und transparenten Verfahren vergleichbare Niederschlagsdaten für eine bundeseinheitliche Bemessungspraxis zur Ermittlung der nassen Deposition bereit zu stellen. Ausgangspunkt ist die bisherige Bemessungspraxis. Diese verwendet meteorologische Daten von Windrichtung, Windgeschwindigkeit und Stabilität der atmosphärischen Schichtung. Die Bereitstellung der zuvor genannten Daten, sowie der für die nasse Deposition maßgebenden Größe Niederschlag, soll flächendeckend für die Pilotregion Niedersachsen erfolgen. Hierfür soll eine hoch aufgelöste Regionalisierung der Variablen mittels geostatistischer Interpolationsmethoden durchgeführt werden.

Bis zur Bereitstellung solcher Daten muss mit dem Kompromiss gearbeitet werden, dass Niederschlagsdaten von einer meteorologischen Messstation übertragen werden. Im vorliegenden Fall ist dies aber durchaus machbar, denn das Untersuchungsgebiet und die Messstation für die Niederschlagsdaten liegen nahe beieinander (21 km entfernt) und liegen in einer meteorologisch recht homogenen Region. Von Vorteil ist, dass die Niederschlagsdaten stundengenau synchron zu den Winddaten vorliegen, damit passen Ereignisse mit Niederschlägen und damit verbundenen Windspitzen zeitlich gut zusammen.

Für den Zeitraum der bereitgestellten Ausbreitungsklassenzeitreihe vom 01.01.2020 bis zum 31.12.2020 beträgt die gesamte Niederschlagsmenge 912,0 mm (hochgerechnet auf eine Verfügbarkeit von 100 %). In den letzten zehn Jahren betrug die gesamte Niederschlagsmenge pro Jahr 954,3 mm (ebenfalls hochgerechnet auf eine Verfügbarkeit von 100 %). Um für die Jahreszeitreihe eine langjährige zeitliche Repräsentativität zu gewährleisten, wird jede gemessene stündliche Niederschlagsmenge mit einem Skalierungsfaktor von 1,046 multipliziert. Damit wird erreicht, dass die bereitgestellte Jahreszeitreihe in Summe die gleiche Niederschlagsmenge wie der langfristige Durchschnitt (über zehn Jahre) aufweist, die Niederschlagsereignisse aber dennoch stundengenau angesetzt werden können.

Ansonsten gleicht die Ausbreitungsklasse mit Niederschlag der gewöhnlichen Ausbreitungsklassenzeitreihe, die hier im konkreten Fall in Abschnitt 7.3 beschrieben wurde.

8 Hinweise für die Ausbreitungsrechnung

Die Übertragbarkeit der meteorologischen Daten von den Messstationen wurde für einen Aufpunkt mit den UTM-Koordinaten 32535184, 5603136 geprüft. Dieser Punkt wurde vom Auftraggeber als zu verwendende EAP vorgegeben.

Bei der Ausbreitungsrechnung ist es wichtig, eine korrekte Festlegung der Bodenrauigkeit vorzunehmen, die die umgebende Landnutzung entsprechend würdigt. Nur dann kann davon ausgegangen werden, dass die gemessenen Windgeschwindigkeiten sachgerecht auf die Verhältnisse im Untersuchungsgebiet skaliert werden.

Die zur Übertragung vorgesehenen meteorologischen Daten dienen als Antriebsdaten für ein Windfeldmodell, das für die Gegebenheiten am Standort geeignet sein muss. Aufgrund der inhomogenen Windcharakteristik im Untersuchungsgebiet (siehe Abbildung 9) sollte im hiesigen Fall erwogen werden, ein prognostisches Windfeldmodell in der Ausbreitungsrechnung zu verwenden.

Des Weiteren ist zu beachten, dass lokale meteorologische Besonderheiten wie Kaltluftabflüsse nicht in den Antriebsdaten für das Windfeldmodell abgebildet sind. Dies folgt der fachlich etablierten Ansicht, dass lokale meteorologische Besonderheiten über ein geeignetes Windfeldmodell und nicht über die Antriebsdaten in die Ausbreitungsrechnung eingehen müssen. Die Dokumentation zur Ausbreitungsrechnung (Immissionsprognose) muss darlegen, wie dies im Einzelnen geschieht.

Die geprüfte Übertragbarkeit der meteorologischen Daten gilt prinzipiell für Ausbreitungsklassenzeitreihen (AKTERM) gleichermaßen wie für Ausbreitungsklassenstatistiken (AKS). Die Verwendung von Ausbreitungsklassenstatistiken unterliegt mehreren Vorbehalten, zu denen aus meteorologischer Sicht die Häufigkeit von Schwachwindlagen gehört (Grenzwert für die Anwendbarkeit ist 20 %).

9 Zusammenfassung

Für den zu untersuchenden Standort bei Müs wurde überprüft, ob sich die meteorologischen Daten einer oder mehrerer Messstationen des Deutschen Wetterdienstes zum Zweck einer Ausbreitungsberechnung nach Anhang 3 der TA Luft übertragen lassen.

Als zu verwendende Ersatzanemometerposition wurde dabei vom Auftraggeber ein Punkt mit den UTM-Koordinaten 32535184, 5603136 vorgegeben.

Von den untersuchten Stationen ergibt die Station Hoherodskopf/Vogelsberg die beste Eignung zur Übertragung auf die Ersatzanemometerposition. Die Daten dieser Station sind für eine Ausbreitungsrechnung am betrachteten Standort verwendbar.

Als repräsentatives Jahr für diese Station wurde aus einem Gesamtzeitraum vom 21.05.2008 bis zum 24.03.2021 das Jahr vom 01.01.2020 bis zum 31.12.2020 ermittelt.

Frankenberg, am 28. Juni 2021



Dipl.-Phys. Thomas Köhler
- erstellt -



Dr. Hartmut Sbosny
- freigegeben -

10 Prüfliste für die Übertragbarkeitsprüfung

Die folgende Prüfliste orientiert sich an Anhang B der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 [6] und soll bei der Prüfung des vorliegenden Dokuments Hilfestellung leisten.

Abschnitt in VDI 3783 Blatt 20	Prüfpunkt	Entfällt	Vorhanden	Abschnitt/ Seite im Dokument
5	**Allgemeine Angaben**			
	Art der Anlage		☒	1 / 5
	Lage der Anlage mit kartografischer Darstellung		☒	2.1 / 6
	Höhe der Quelle(n) über Grund und NHN		☒	1 / 5
	Angaben über Windmessstandorte verschiedener Messnetzbetreiber und über Windmessungen im Anlagenbereich		☒	4.2 / 13
	Besonderheiten der geplanten Vorgehensweise bei der Ausbreitungsrechnung	☒	☐	
5	**Angaben zu Bezugswindstationen**			
	Auswahl der Bezugswindstationen dokumentiert (Entfernungsangabe, gegebenenfalls Wegfall nicht geeigneter Stationen)		☒	4.2 / 13
	Für alle Stationen Höhe über NHN		☒	4.2 / 15
	Für alle Stationen Koordinaten		☒	4.2 / 15
	Für alle Stationen Windgeberhöhe		☒	4.2 / 15
	Für alle Stationen Messzeitraum und Datenverfügbarkeit		☒	4.2 / 15
	Für alle Stationen Messzeitraum zusammenhängend mindestens 5 Jahre lang		☒	4.2 / 15
	Für alle Stationen Beginn des Messzeitraums bei Bearbeitungsbeginn nicht mehr als 15 Jahre zurückliegend		☒	4.2 / 15
	Für alle Stationen Rauigkeitslänge		☒	0 / 22
	Für alle Stationen Angaben zur Qualitätssicherung vorhanden		☒	4.2 / 13...16
	Lokale Besonderheiten einzelner Stationen	☐	☒	4.2 / 13...16
6	**Prüfung der Übertragbarkeit**			
6.2.1	Zielbereich bestimmt und Auswahl begründet	☐	☒	**Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden. / Fehler! Textmarke nicht definiert.**
6.2.2	Erwartungswerte für Windrichtungsverteilung im Zielbereich bestimmt und nachvollziehbar begründet		☒	0 / 16...22
6.2.2	Erwartungswerte für Windgeschwindigkeitsverteilung im Zielbereich bestimmt und nachvollziehbar begründet		☒	0 / 16...22

Abschnitt in VDI 3783 Blatt 20	Prüfpunkt	Entfällt	Vorhanden	Abschnitt/ Seite im Dokument
6.2.3.2	Messwerte der meteorologischen Datenbasis auf einheitliche Rauigkeitslänge und Höhe über Grund umgerechnet		☒	0 / 16...22
6.2.3.1	Abweichung zwischen erwartetem Richtungsmaximum und Messwert der Bezugswindstationen ermittelt und mit 30° verglichen		☒	0 / 22
6.2.3.2	Abweichung zwischen Erwartungswert des vieljährigen Jahresmittelwerts der Windgeschwindigkeit und Messwert der Bezugswindstationen ermittelt und mit 1,0 $m \cdot s^{-1}$ verglichen		☒	4.5 / 30
6.1	Als Ergebnis die Übertragbarkeit der Daten einer Bezugswindstation anhand der geprüften Kriterien begründet (Regelfall) oder keine geeignete Bezugswindstation gefunden (Sonderfall)		☒	4.6 / 31
6.3	**Sonderfall**			
	Bei Anpassung gemessener meteorologischer Daten: Vorgehensweise und Modellansätze dokumentiert und deren Eignung begründet	☒	☐	
	Bei Anpassung gemessener meteorologischer Daten: Nachweis der räumlichen Repräsentativität der angepassten Daten	☒	☐	
6.4	**Repräsentatives Jahr**			
	Bei Auswahl eines repräsentativen Jahres: Auswahlverfahren dokumentiert und dessen Eignung begründet	☐	☒	6.2 / 40
	Bei Auswahl eines repräsentativen Jahres: Angabe, ob bei Auswahl auf ein Kalenderjahr abgestellt wird oder nicht (beliebiger Beginn der Jahreszeitreihe)	☐	☒	6.2 / 40
	Bei Auswahl eines repräsentativen Jahres: Messzeitraum mindestens 5 Jahre lang und bei Bearbeitungsbeginn nicht mehr als 15 Jahre zurückliegend	☐	☒	6.1 / 36
7.1	**Erstellung des Zieldatensatzes**			
	Anemometerhöhen in Abhängigkeit von den Rauigkeitsklassen nach TA Luft in Zieldatensatz integriert		☒	7.1 / 48
	Bei Verwendung von Stabilitätsinformationen, die nicht an der Bezugswindstation gewonnen wurden: Herkunft der Stabilitätsinformationen dokumentiert und deren Eignung begründet	☒	☐	
	Sonstiges			
7.2	Bei Besonderheiten im Untersuchungsgebiet: Hinweise für die Ausbreitungsrechnung und Angaben, unter welchen Voraussetzungen die Verwendung der bereitgestellten meteorologischen Daten zu sachgerechten Ergebnissen im Sinne des Anhangs zur Ausbreitungsrechnung der TA Luft führt	☐	☒	8 / 55

11 Schrifttum

[1] Statistisches Bundesamt, *Daten zur Bodenbedeckung für die Bundesrepublik Deutschland,* Wiesbaden.

[2] VDI 3783 Blatt 21 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Qualitätssicherung meteorolgischer Daten für die Ausbreitungsrechnung nach TA Luft und GIRL,* Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2017; in aktueller Fassung.

[3] D. Öttl, „Documentation of the prognostic mesoscale model GRAMM (Graz Mesoscale Model) Vs. 17.1," Amt der Steiermärkischen Landesregierung, Graz, 2017.

[4] Deutscher Wetterdienst, „Climate Data Center, CDC-Newsletter 6," Offenbach, 2017.

[5] VDI 3783 Blatt 8 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeterorologie - Messwertgestützte Turbulenzparametrisierung für Ausbreitungsmodelle (Entwurf),* Berlin: Beuth-Verlag, vom April 2017; in aktueller Fassung.

[6] VDI 3783 Blatt 20 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft,* Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2017; in aktueller Fassung.

[7] M. Koßmann und J. Namyslo, „Merkblatt Effektive Rauigkeitslänge aus Windmessungen," Deutscher Wetterdienst, Offenbach, 2019.

[8] TA Luft - Technische Anleitung zur Reinhaltung der Luft, *Erste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz,* vom 24. Juli 2002 (GMBl. Nr. 25 - 29 vom 30.07.2002 S. 511); in aktueller Fassung.

[9] A. C. M. Beljaars, „The influence of sampling and filtering on measured wind gusts," *Journal of Atmospheric and Oceanic Technology,* Nr. 4, pp. 613-626, 1987.

[10] A. C. M. Beljaars, „The measurement of gustiness at routine wind stations – a review," *Instruments and Observing Methods,* Nr. Reports No. 31, 1987.

[11] J. Wieringa, „Gust factors over open water and built-up country," *Boundary-Layer Meteorology,* Nr. 3, pp. 424-441, 1973.

[12] J. Wieringa, „An objective exposure correction method for average wind speeds measured at sheltered location," *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society,* Nr. 102, pp. 241-253, 1976.

[13] R. Petrich, „Praktische Erfahrungen bei der Prüfung der Übertragbarkeit meteorologischer Daten nach Richtlinie VDI 3783 Blatt 20 (E)," *Gefahrstoffe - Reinhaltung der Luft,* pp. 311 - 315, 07/08 2015.

[14] Deutscher Wetterdienst, „Handbuch Testreferenzjahre von Deutschland für mittlere, extreme und zukünftige Witterungsverhältnisse," Offenbach, 2014.

[15] Deutscher Wetterdienst, „TRY - Die neuen Testreferenzjahre für Deutschland," 2017. [Online]. Available: http://www.dwd.de/DE/leistungen/testreferenzjahre/try_zu-bbsr.html. [Zugriff am 31. Januar 2017].

[16] VDI 3783 Blatt 10 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeteorologie - Diagnostische mikroskalige Windfeldmodelle - Gebäude und Hindernisumströmung,* Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2010; in aktueller Fassung.

[17] VDI 3783 Blatt 13 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeterorologie - Qualitätssicherung in der Immissionsprognose - Anlagenbezogener Immissionsschutz Ausbreitungsrechnungen gemäß TA Luft,* Berlin: Beuth-Verlag, vom Januar 2010; in aktueller Fassung.

[18] VDI 3783 Blatt 16 - Verein Deutscher Ingenieure e.V., *Umweltmeterorologie - Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle - Verfahren zur Anwendung in Genehmigungsverfahren nach TA Luft,* Berlin: Beuth-Verlag, vom März 2017; in aktueller Fassung.

iMA
Richter & Röckle
Immissionen
Meteorologie
Akustik

DAkkS
Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-PL-14202-01-00

Durch die DAkkS nach
DIN EN ISO/IEC 17025
akkreditiertes Prüflaboratorium.
Die Akkreditierung gilt für die in der
Urkunde aufgeführten Prüfverfahren

Akkreditiert für
Ausbreitungsrechnung
n. TA Luft und GIRL
Messstelle n. § 29b BImSchG

Auftraggeber **VDZ Technology gGmbH**
Toulouser Allee 71
40476 Düsseldorf

Prognostische Windfeldbibliothek für einen Standort bei Großenlüder-Müs

Bericht-Nr.: **20-10-03-S**

Umfang: **17 Seiten**

Datum: **09. Dezember 2021**

Bearbeiter: **Dr. Markus Hasel, Dipl.-Met.**
Dr. Jost Nielinger, Dipl.-Met.
(Anerkannter beratender Meteorologe der DMG. e.V.)

iMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG
Immissionen Meteorologie Akustik
Niederlassung Stuttgart
Hauptstraße 54
D-70839 Gerlingen

Tel.: 07156 / 4389-16
Fax: 07156 / 5026-18
Email: hasel@ima-umwelt.de
Internet: http://www.ima-umwelt.de/

Inhaltsverzeichnis

1 Aufgabenstellung 3
2 Hintergrund 3
3 Grundlagen 4
4 Modellgebiet und Rechengitter 4
5 Verfahrensablauf 7
5.1 Prognostische Modellrechnungen 7
5.2 West-Anströmung bei Ausbreitungsklasse I 8
5.3 Südsüdost-Anströmung bei Ausbreitungsklasse III/1 9
5.4 Interpolation im Parameterraum 10
5.5 Interpolation auf das Gitter der Ausbreitungsrechnung 10
5.6 Objektive Bestimmung der EAP für prognostische Windfelder 11
6 Meteorologische Daten 13
7 Berücksichtigung lokaler Windsysteme 14
8 Zusammenfassung 15
Literatur 17

1 Aufgabenstellung

Die Zement- und Kalkwerke OTTERBEIN GmbH & Co. KG in Großenlüder-Müs planen ein Änderungsgenehmigungsverfahren für den Betrieb der Drehofenanlage.

Die VDZ Technology gGmbH / Düsseldorf betreut das Genehmigungsverfahren u.a. mit der Erstellung der Immissionsprognose.

Das Gelände rund um den Standort der ZKW Otterbein weist stellenweise steile Flanken auf, die das Steigungskriterium der TA Luft, Anhang 3, Abschnitt 11 von 1:5 übersteigen. Auch können durch die gegliederte Orographie unter entsprechenden meteorologischen Bedingungen Kaltluftströmungen entstehen.

Die iMA Richter & Röckle GmbH & Co. KG wurde daher mit der Erstellung einer prognostischen Windfeldbibliothek gemäß VDI 3783 Blatt 16 mit Berücksichtigung von Kaltluftströmungen für die Ausbreitungsrechnungen der VDZ Technology gGmbH für den Standort Großenlüder-Müs beauftragt.

2 Hintergrund

Die TA Luft schränkt in Anhang 3 Abschnitt 11 die Anwendbarkeit eines diagnostischen Windfeldmodells in der Ausbreitungsrechnung folgendermaßen ein: „*Geländeunebenheiten können in der Regel mit Hilfe eines mesoskaligen diagnostischen Windfeldmodells berücksichtigt werden, wenn die Steigung des Geländes den Wert 1:5 nicht überschreitet und wesentliche Einflüsse von lokalen Windsystemen oder anderen meteorologischen Besonderheiten ausgeschlossen werden können.*“

Prognostische Windfeldmodelle unterliegen keinen physikalischen Einschränkungen in der Berücksichtigung der Orographie. Im Vergleich zu diagnostischen Windfeldmodellen können sie die Strömung auch in sehr steilem Gelände realistisch nachbilden.

Aufgrund der stark gegliederten Topografie im Untersuchungsgebiet mit großen Geländesteigungen sollten gemäß den Vorgaben der VDI 3783 Blatt 16 „Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle – Verfahren zu Anwendung in Genehmigungsverfahren nach TA Luft“, Blatt 16 vom Juni 2015 (/4/) prognostisch berechnete Windfelder als Basis für die Ausbreitungsrechnung dienen.

Die Windfelder wurden dabei mit dem prognostischen Modell METRAS-PCL berechnet und in einer Windfeldbibliothek so aufbereitet, dass sie als Eingangsdaten für die Ausbreitungsrechnungen mit AUSTAL2000 bzw. LASAT dienen. Das hierfür entwickelte Verfahren (/5/, /6/) ist in der VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16 (/4/) ausführlich dokumentiert.

Das Konzept der „Prognostischen Windfeldbibliothek“ gemäß VDI 3783 Blatt 16 (/4/) erlaubt die Verwendung der Informationen des prognostischen Modells in einer klassischen Ausbreitungsrechnung. Es basiert auf einer Bibliothek, deren Windfelder mit einem prognostischen mesoskaligen Strömungsmodell berechnet wurden. Dabei werden statt der diagnostisch berechneten Windfelder, die z.B. von AUSTAL2000 ermittelt werden, universell anwendbare prognostische Windfelder in eine Bibliothek eingestellt. Die eigentliche Ausbreitungsrechnung bleibt unverändert. Damit sind die Vorgaben der TA Luft erfüllt und eine Ausbreitungsrechnung ist auch in steilem, topographisch stark gegliedertem Gelände möglich.

3 Grundlagen

Im diagnostischen Ansatz der TA Luft besteht eine Windfeldbibliothek aus Basiswindfeldern, aus deren Linearkombination die in der Immissionsprognose verwendeten Windfelder in stündlicher Auflösung bestimmt werden.

In prognostischen Strömungsmodellen werden die vollständigen dreidimensionalen Bewegungsgleichungen für die Berechnung der Strömung gelöst. Zum Einsatz kommt das prognostische Modell METRAS-PCL (Version 5.0), das an der Universität Hamburg entwickelt und validiert wurde (/7/). Das Windfeldmodell erfüllt die Anforderungen der VDI 3783 Blatt 7 (/3/).

Der Aufbau der prognostischen Windfeldbibliothek erfolgt in 10°-Schritten der Windrichtung analog zum Standardverfahren. Die resultierende prognostische Windfeldbibliothek besteht unter den genannten Voraussetzungen aus 36 dreidimensionalen Windfeldern in 10°-Schritten je Ausbreitungsklasse, also insgesamt 216 Windfeldern je Gitter. Diese wurden wie in der VDI 3783 Blatt 16 (/4/) vorgesehen aus insgesamt 72 prognostischen Modellrechnungen gemäß den Anforderungen der VDI-Richtlinie bezüglich der Modellparameter ermittelt. Die Ergebnisse der Simulationen wurden einzeln auf Plausibilität sowie die Konsistenz im Parameterraum überprüft.

Die Übertragung vom Modellgebiet des prognostischen Modells auf das TA Luft Modell erfolgte richtlinienkonform durch ein aufwändiges Interpolationsverfahren (/4/).

Weitere Details des Verfahrens werden im Folgenden dargestellt und sind ausführlich in der Literatur geschildert (VDI 3783 Bl. 16, /4/).

4 Modellgebiet und Rechengitter

Das Modellgebiet für die prognostischen Berechnungen muss die topographischen Strukturen umfassen, welche sich auf die Strömung im Beurteilungsgebiet maßgeblich auswirken können. Dazu zählen insbesondere markante Höhenzüge und Talsysteme. Derartige Geländeformationen modifizieren die Strömung z.B. in Form von Kanalisierungen, Beschleunigungen auf Geländerücken und Verzögerungen in Tallagen.

Das Simulationsgebiet für die prognostische Strömungssimulation umfasst einen wesentlich größeren Bereich als das eigentliche Beurteilungsgebiet nach TA Luft. Im inneren Teilgebiet des Modells wurde die horizontale Maschenweite mit 50 m gewählt, um auch Strukturen des Steinbruchs sachgerecht aufzulösen. Darüber hinaus wird ein gestrecktes Gitter verwendet, bei dem die Maschenweiten bis auf 125 m zu den Rändern hin anwachsen.

In der Vertikalen beginnt das Gitter mit einer Maschenweite von 20 m und nimmt mit der Höhe sukzessive zu. Insgesamt erstreckt es sich bis auf rund 7 500 m Höhe.

Mittels Testrechnungen wurde überprüft, ob die gewählte Modellgebietsgröße die erwarteten Strömungsstrukturen im AUSTAL2000-Rechengebiet hinreichend erfasst. Auf Basis der Ergebnisse wurde eine hinsichtlich der numerischen Stabilität und der Repräsentanz der meteorologischen Daten optimierte Gebietsgröße ausgewählt.

Tab. 4-1: Eigenschaften des prognostischen Modellgitters (LUE: linke untere, ROE rechte obere Ecke in UTM32-Koordinaten).

	LUE RW/HW	**ROE** RW/HW	**Ausdehnung** m	**Maschen-weiten** m
Prognostisches Gesamt-Modellgebiet	525 878 5 594 204	546 120 5 613 821	20 242 x 19 617	50-125
Inneres Teilgebiet	532 949 5 600 650	539 049 5 606 750	6 100 x 6 100	50

Der innere, äquidistante Bereich des METRAS-Modellgebiets umfasst das LASAT-Rechengebiet für die Ausbreitungsrechnungen des VDZ vollständig (Abb. 4-1).

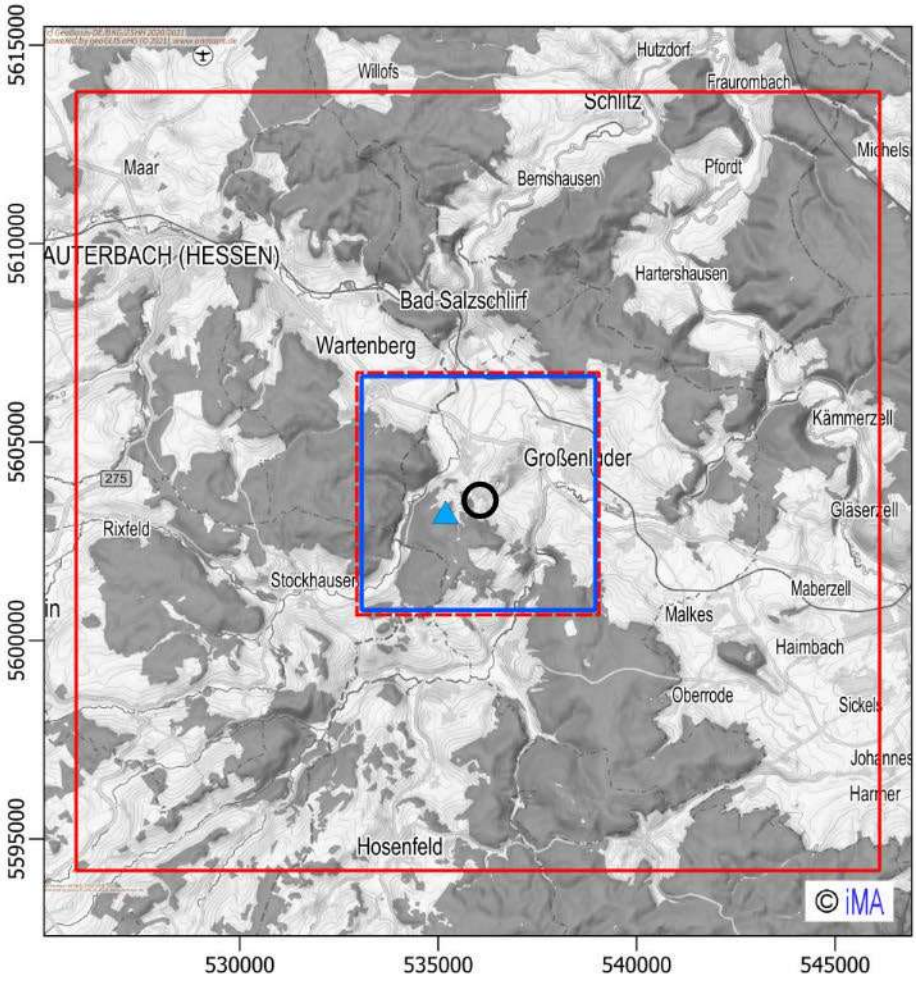


Abb. 4-1: Modellgebiet der prognostischen Windfeldberechnung (rot), innerer äquidistanter Bereich (rot gestrichelt) und Modellgebiet der Ausbreitungsrechnung (blau) feinerer Auflösung. Mit einem blauen Dreieck markiert ist der Anemometerstandort. Der Bereich des Anlagenstandorts ist mit einem schwarzen Kreis markiert. (Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2021).

Für die Modellrechnungen wurde ein digitales Höhenmodell auf Basis von EU-DEM-Daten und Landnutzungs- und Rauigkeitsdaten auf Basis von LBM-DE2012-Daten erstellt (/2/, Abb. 4-2). Entsprechend den Angaben der Nr. 5.2 der VDI-Richtlinie 3786 Bl. 16 (/4/) wurde der Randbereich der Geländedaten mittels des in Richtlinie genannten Filters geglättet. Die Vorgabe von mindestens zehn randparallelen Reihen des Modellgitters auf der halben Strecke zwischen TA-Luft- bzw. im vorliegenden Fall GIRL-Rechengebiet und dem äußeren Modellrand ist erfüllt.

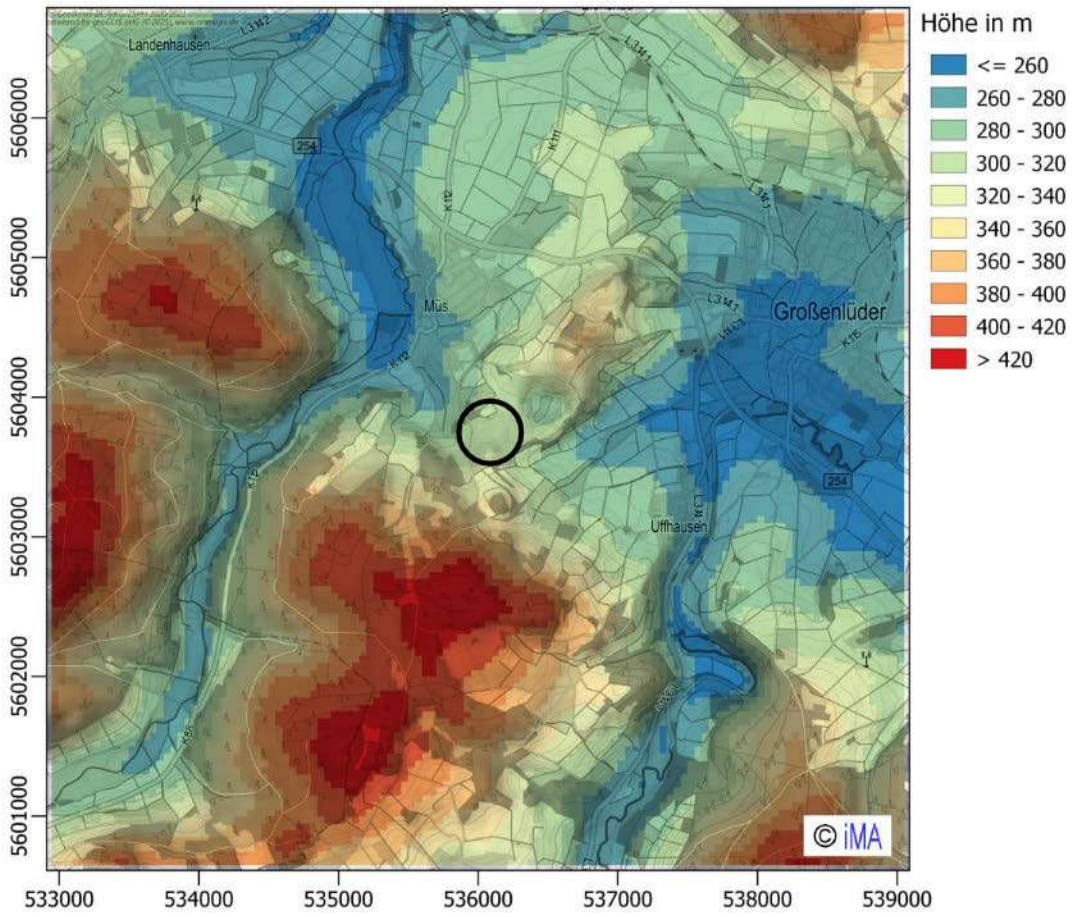


Abb. 4-2: Geländehöhe im inneren Modellgebiet der prognostischen Windfeldberechnung. Der Bereich des Anlagenstandorts ist mit einem schwarzen Kreis markiert. (Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2021).

5 Verfahrensablauf

5.1 Prognostische Modellrechnungen

Die prognostischen Modellrechnungen werden richtlinienkonform für 18 Windrichtungen in 20°-Schritten, beginnend mit einer geostrophischen Anströmung aus Nord (360°), jeweils für die Ausbreitungsklassen nach Klug/Manier I, II, III/1 und V durchgeführt. Die Ausbreitungsklasse wurde gemäß Tabelle 1 der VDI Richtlinie 3783 Bl. 16 mit dem bodennahen Temperaturgradienten parametrisiert, darüber die ICAO-Standard-Atmosphäre angesetzt. Somit ergeben sich 72 prognostische Windfelder.

Für jede der 72 Kombinationen aus Windrichtung und Ausbreitungsklasse erfolgte die Rechnung über einen simulierten Modellzeitraum von bis zu 6 Stunden. Die Windfelder wurden ausgegeben, visualisiert und - nach einer Einzelprüfung jeder Modellrechnung auf Plausibilität und Störeinflüsse - die für die Erstellung der Windfeldbibliothek geeigneten Windfelder nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 16 (/4/) ermittelt. Eine Konsistenzprüfung der Windfelder im Parameterraum wurde durchgeführt.

Exemplarisch werden im Folgenden die berechneten Windfelder für verschiedene übergeordnete Anströmungen innerhalb der Ausbreitungsklassen I (stabil) und III/1 (neutral) dargestellt.

5.2 West-Anströmung bei Ausbreitungsklasse I

Die Abb. 5-1 zeigt das METRAS-Windfeld in ca. 10 m über Grund bei einer östlichen Anströmung bei Ausbreitungsklasse I.

Diese Situation tritt vor allem während der Nachtstunden auf. In der Regel liegen dabei geringe Windgeschwindigkeiten vor. Das Windfeld ist bodennah deutlich strukturiert.

Die höchsten Windgeschwindigkeiten treten über höher gelegenem Gelände auf. Der Wind in den Tallagen wird sehr stark durch die umgebenden Höhenzüge bestimmt. Hinter größeren Hindernissen wird die Geschwindigkeit stark verringert, wie z.B. im Bereich von Müs. Die Strömungsrichtung orientiert sich an der Talführung, sichtbar z.B. im Tal der Altefeld südwestlich von Müs, und kann dabei sehr stark von der übergeordneten Windrichtung abweichen. Bei stabilen Wetterlagen ist die Strömungssituation in den Tallagen somit komplex strukturiert.

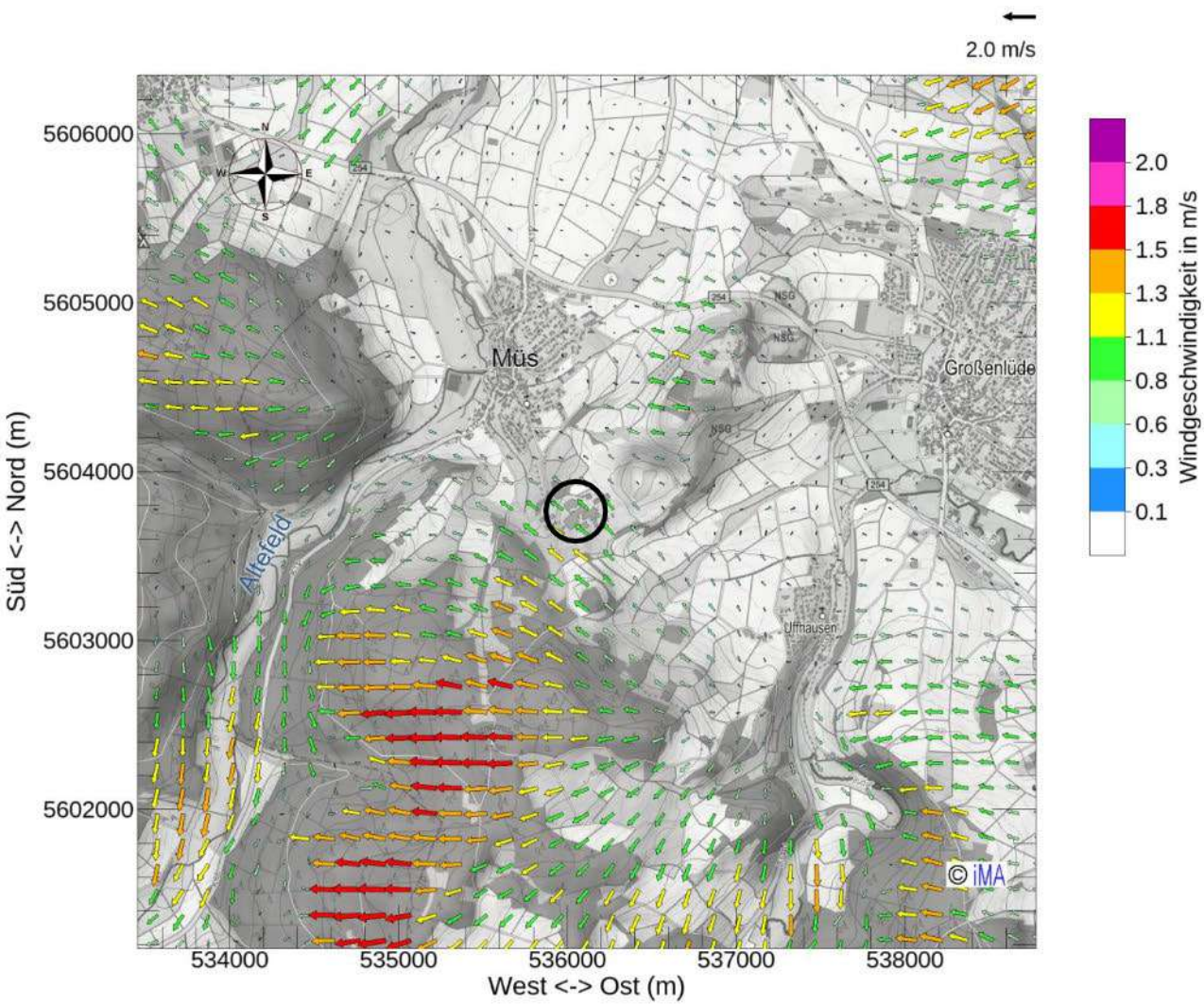


Abb. 5-1: Ausschnitt des METRAS-Windfeld in ca. 10 m über Grund für die Ausbreitungsklasse I bei einer östlichen Anströmung. Dargestellt ist jeder dritte Windvektor. Der Bereich des Anlagenstandorts ist mit einem schwarzen Kreis markiert. (Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2021).

5.3 Südsüdost-Anströmung bei Ausbreitungsklasse III/1

Die Abb. 5-2 zeigt das METRAS-Windfeld bei einer Anströmung aus Südwest und Ausbreitungsklasse III/1 (neutral).

Neutrale Austauschverhältnisse treten am Anemometer-Standort am häufigsten auf. Sie weisen im Mittel höhere Windgeschwindigkeiten auf als die anderen Ausbreitungsklassen.

Das Windfeld ist im Vergleich zu den stabilen Schichtungen bodennah weniger strukturiert. Auch sind Strömungseffekte wie Staupunkte vor Hindernissen, lokale Rückströmungen im Lee von Erhebungen oder eine Beschleunigung in exponierten Lagen geringer ausgeprägt. Die Leitwirkung des Geländes ist aber nach wie vor deutlich erkennbar. Beispielsweise westlich von Müs wird dies durch die Umlenkwirkung des Wernersbergs und damit verbundenen niedrigeren Geschwindigkeiten in dessen Lee deutlich.

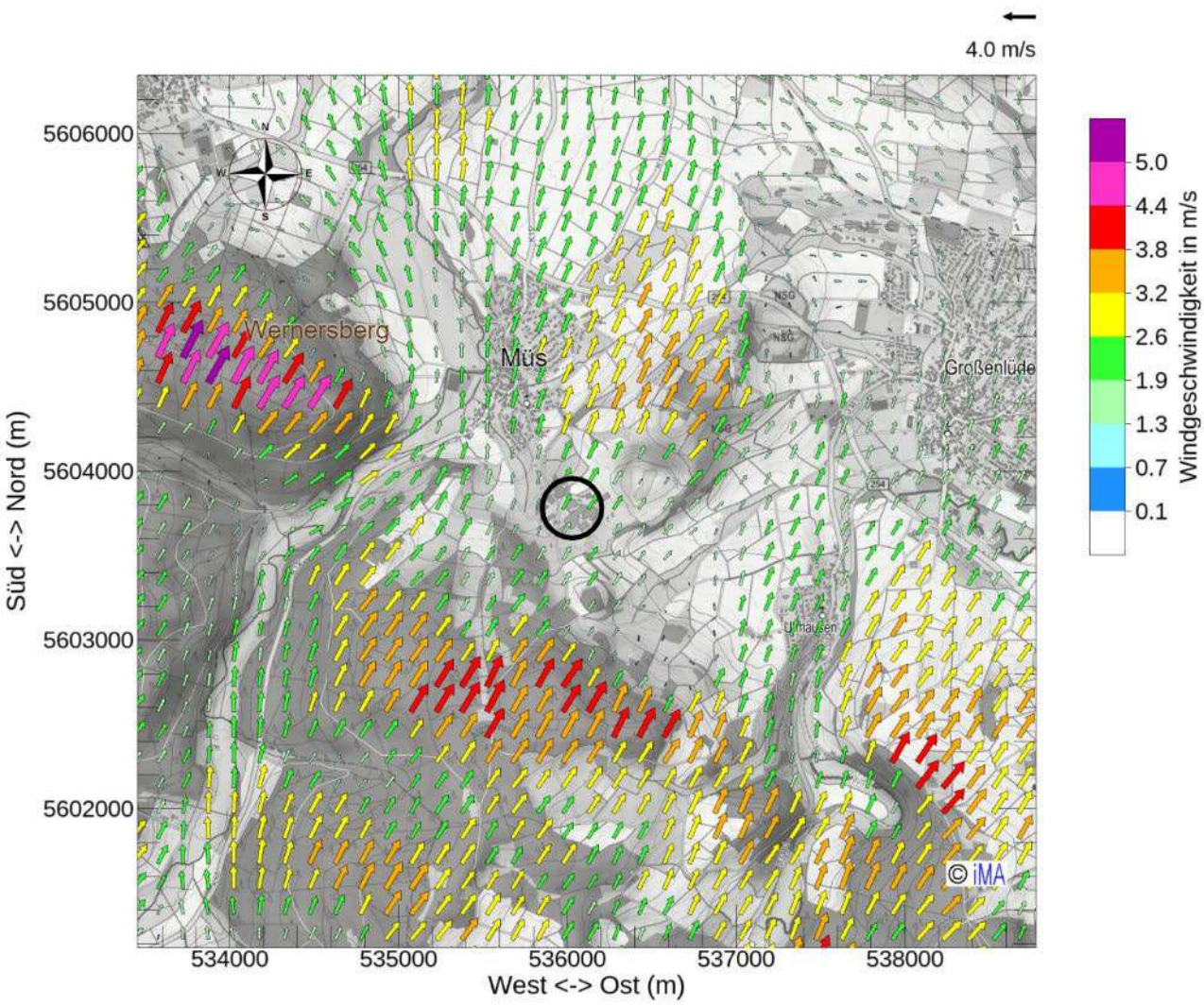


Abb. 5-2: Ausschnitt des METRAS-Windfelds in ca. 10 m über Grund für die Ausbreitungsklasse III/1 bei einer südwestlichen Anströmung. Dargestellt ist jeder dritte Windvektor. Der Bereich des Anlagenstandorts ist mit einem schwarzen Kreis markiert (Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2021).

5.4 Interpolation im Parameterraum

Eine Windfeldbibliothek besteht in der Regel aus 216 Windfeldern, die sich aus Kombinationen der Windrichtungen in 10°-Schritten und den sechs Ausbreitungsklassen zusammensetzen.

Von METRAS-PCL wurden 72 Lösungsfelder berechnet. Anhand dieser Stützstellen können alle 216 Kombinationen von Ausbreitungsklasse und Windrichtung, die für eine Windfeldbibliothek in der Ausbreitungsrechnung erforderlich sind, interpoliert werden. Die Interpolation im Parameterraum erfolgt entsprechend den Vorgaben der VDI-Richtlinie 3783, Blatt 16 (/4/).

Nach diesem Schritt liegt eine vorläufige Windfeldbibliothek vor, deren Windvektoren aber noch auf dem METRAS-Horizontal- und Vertikalgitter definiert sind. Daher wird diese vorläufige Windfeldbibliothek anschließend richtlinienkonform auf das Gitter des TA Luft-Modells interpoliert (Abschnitt 4.5).

5.5 Interpolation auf das Gitter der Ausbreitungsrechnung

Gemäß VDI-Richtlinie 3783, Blatt 16 werden im ersten Schritt die METRAS-Ergebnisfelder vertikal auf das TA Luft-Gitter linear interpoliert. Danach erfolgt die Horizontalinterpolation bzw. -mittelung auf die geschachtelten Gitter der Ausbreitungsrechnung nach den Vorgaben der Richtlinie (bilinear bzw. flächengewichtet je nach Auflösung).

Für die untersten Modellschichten von LASAT ist eine Interpolation zwischen Erdboden und der ersten Rechenfläche von METRAS erforderlich. Für diese Schichten werden gemäß VDI-Richtlinie 3783, Blatt 16 (/4/) stabilitätsabhängige logarithmische Windprofile berücksichtigt.

Die Divergenzfreiheit der interpolierten Windfelder wurde abschließend mit dem Modell Lprwnd aus dem Programmpaket LASAT, Version 3.4 (Ingenieurbüro Janicke) hergestellt. Hierbei wurden gemäß VDI 3783 Bl. 16, Kap. 5.6 auch die Baulichkeiten im Bestandsfall und Planzustand berücksichtigt, die vom Auftraggeber bereitgestellt wurden (Abb. 5-3).

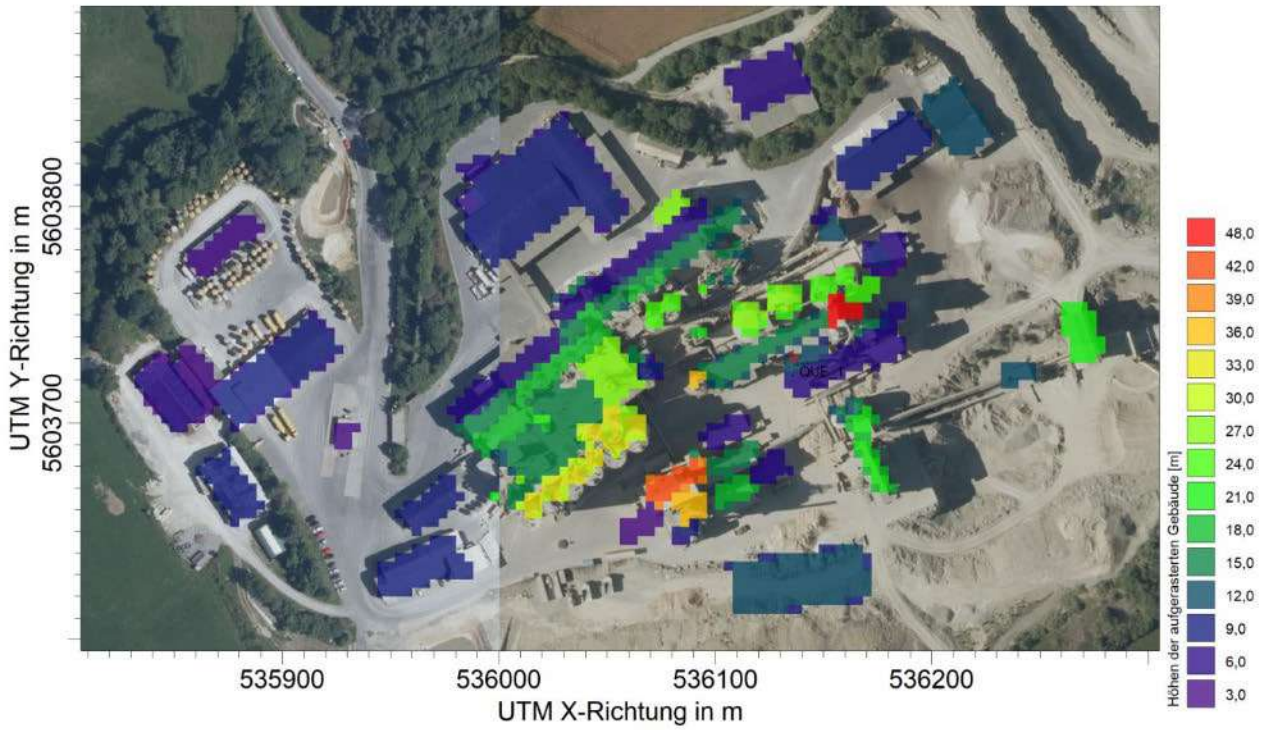


Abb. 5-3: Aufrasterung der in der Ausbreitungsrechnung berücksichtigten Gebäude (VDZ) im inneren Berechnungsgitter für den Planfall (Kartengrundlage: onmaps.de © GeoBasis-DE/BKG 2021).

5.6 Objektive Bestimmung der EAP für prognostische Windfelder

In der VDI 3783 Bl. 16 (/4/) ist ein Verfahren zur objektiven Bestimmung der Anemometerposition (Ansatzpunkt für die meteorologischen Eingangsdaten in der Ausbreitungsrechnung, auch als „Ersatz-Anemometerposition (EAP) bezeichnet) bei Nutzung von prognostischen Windfeldern beschrieben.

Das Verfahren prüft zunächst verschiedene Kriterien ab, wie z.B. die gleichsinnige Drehung des Windes mit der Anströmrichtung und eine ausreichend hohe Windgeschwindigkeit. Anschließend werden zwei Gütemaße für die Windgeschwindigkeit und Windrichtung bestimmt. Innerhalb jedes gefundenen zusammenhängenden Gebiets mit gleichsinnig drehender Windrichtung wird abschließend das Gesamtmaß gebildet.

Dieser Prüfschritt wird für jede Höhenschicht der Modellergebnisse durchgeführt. Dies ist notwendig, da auch die Anemometerhöhe am EAP bestimmt werden muss. Nach Abschnitt 6.2 der VDI 3783 Bl. 16 (/4/) soll am EAP eine Ersatzanemometerhöhe entsprechend der lokalen Rauigkeit verwendet werden. Die lokale Rauigkeit ist als mittlere Rauigkeit in einem Umkreis von 200 m definiert. Für jeden möglichen EAP wurde die mittlere Rauigkeit bestimmt und die entsprechende Modellebene den Anemometerhöhen aus dem Datenkopf der meteorologischen Zeitreihe gegenübergestellt.

Tab. 5-1: Koordinaten der EAP mit dem jeweils höchsten Gütemaß für die einzelnen Modellschichten, mittlere Rauigkeit im Umfeld dieser EAP und Vergleich mit der Anemometerhöhe h_a aus dem Datenkopf der AKTerm für die Rauigkeit am EAP. Die Modellebenen oberhalb Schicht 13 liegen oberhalb der maximalen Anemometerhöhe.

Modell-schicht	**Höhe über Grund**	**EAP** mit dem höchsten Gütemaß in der Modellschicht				**Rauigkeit** am EAP	h_a	**h_a innerhalb Modellebene?**
	m	x in m	y in m	RW	HW	z_0 in m	m	
1	0 - 3	-	-	-	-	-	-	NEIN
2	3 - 6	5 056	1 472	535 056	5 601 472	1,5	33,6	NEIN
3	6 - 9	5 056	1 472	535 056	5 601 472	1,5	33,6	NEIN
4	9 - 12	4 928	1 344	534 928	5 601 344	1,5	33,6	NEIN
5	12 - 15	4 928	1 600	534 928	5 601 600	1	28,1	NEIN
6	15 - 18	4 800	1 472	534 800	5 601 472	1,5	33,6	NEIN
7	18 - 21	5 440	1 856	535 440	5 601 856	1,5	33,6	NEIN
8	21 - 24	4 800	1 600	534 800	5 601 600	1	28,1	NEIN
9	24 - 27	5 568	1 856	535 568	5 601 856	1,5	33,6	NEIN
10	27 - 30	5 184	3 136	535 184	5 603 136	1,5	33,6	NEIN
11	30 - 33	5 696	1 856	535 696	5 601 856	1,5	33,6	NEIN
12	33 - 36	4 800	2 752	534 800	5 602 752	1,5	33,6	JA
13	36 - 39	4 800	2 880	534 800	5 602 880	1,5	33,6	NEIN

Wie aus Tab. 5-1 ersichtlich, ist nur eine Modellebene bzw. der zugehörige Höhenbereich deckungsgleich mit dem korrespondierenden h_a. Bei der Übertragbarkeitsprüfung der meteorologischen Daten auf diesen Standort wurde jedoch festgestellt, dass er nur bedingt die entsprechenden Kriterien der VDI 3783 Bl. 20 (/1/) erfüllt. Nach VDI 3783 Bl. 16 (/4/) wurde daher geprüft, ob alternativ ein anderer Gitterpunkt mit etwas geringerem Gütemaß als EAP geeignet ist.

Innerhalb der gleichen Modellebene 12 wurde ein Punkt ausgewählt, der sowohl ein hohes Gütemaß (Gesamtgüte g=0,94, Güte Windrichtung g_D=0,95, Güte Windgeschwindigkeit g_F=0,99 im Vergleich zum Standort in Tab. 5-1 mit den Werten g=0,95, g_D=0,95, g_F=1,0) aufweist als auch die Kriterien der Übertragbarkeitsprüfung erfüllt (Tab. 5-2).

Tab. 5-2: Koordinaten des ausgewählten EAP, mittlere Rauigkeit im Umfeld der EAP und Vergleich mit der Anemometerhöhe h_a aus dem Datenkopf der AKTerm.

Modell-schicht	**Höhe über Grund**	**EAP** mit dem höchsten Gütemaß in der Modellschicht				**Rauigkeit** am EAP	h_a	**h_a innerhalb Modellebene?**
	m	x in m	y in m	RW	HW	z_0 in m	m	
12	33 - 36	5 184	3 136	535184	5603136	1,5	33,6	JA

Am gewählten Aufpunkt korrespondiert die mittlere Rauigkeit mit der Anemometerhöhe, er ist daher als Ersatzanemometerposition geeignet.

6 Meteorologische Daten

Für den ausgewählten EAP wurde eine Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten gemäß TA Luft, Anhang 3, Nr. 8.1 bei einem für diese Prüfung akkreditierten Fachbüro in Auftrag gegeben. (/9/). Die übertragenen meteorologische Daten der DWD-Station Hoherodskopf (Vogelsberg) repräsentieren nach dieser Prüfung die regionalen topografischen Einflüsse und beinhalten stundenfeine Daten der Windrichtung, der Windgeschwindigkeit und des Turbulenzzustands. Die ersten beiden Informationen geben Auskunft über die Verlagerung mit dem Wind, die Turbulenz steuert maßgeblich die Verdünnung eines Luftschadstoffes.

Am Anemometerstandort sind südwestliche und nordöstliche Windrichtungen am häufigsten vertreten (Abb. 6-1, links). Im Bereich des Anlagenstandorts wird die Strömung durch die Sattellage kanalisiert. Entsprechend der Talrichtung treten hier vorwiegend westliche und ostsüdöstliche Windrichtungen auf (Abb. 6-1, rechts). Gleichzeitig liegt die Windgeschwindigkeit im Mittel deutlich niedriger als am höher gelegenen Anemometerstandort.

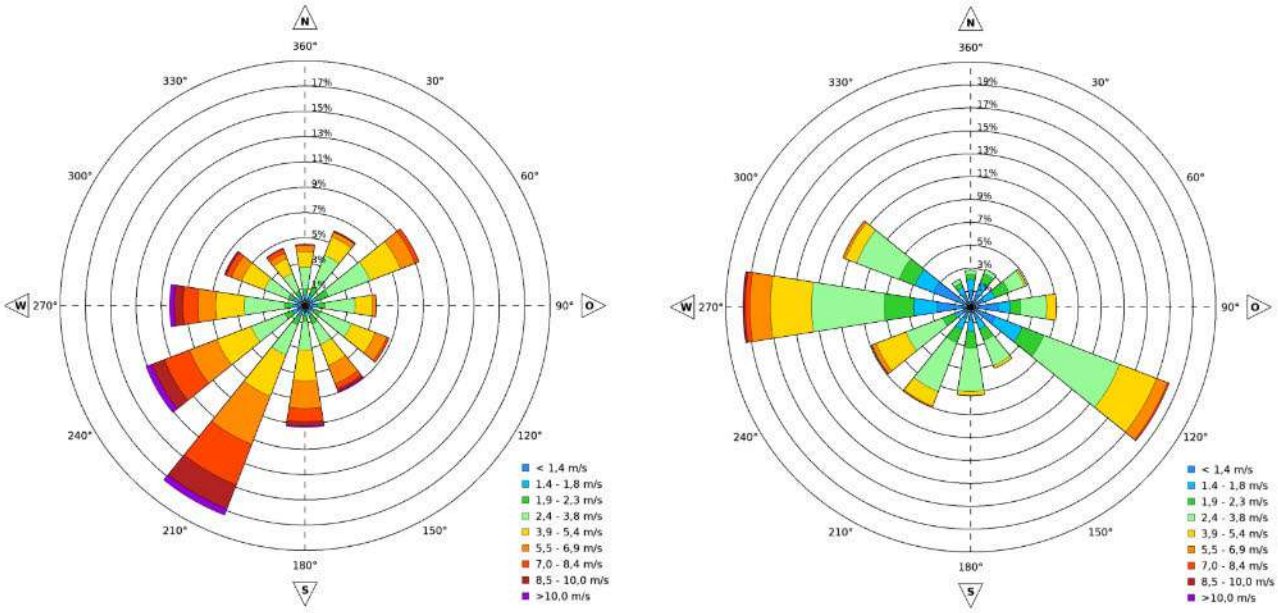


Abb. 6-1: Windrichtungshäufigkeitsverteilung der verwendeten meteorologischen Daten am Anemometerstandort (links) und die resultierende Verteilung am Anlagenstandort (rechts).

Die Turbulenzinformation der meteorologischen Daten ist in Form von sechs Ausbreitungsklassen definiert, wobei die Klassen I und II stabilen, die Klassen III/1 und III/2 neutralen und die Klassen IV und V labilen Austauschverhältnissen entsprechen.

Die Daten der Station Hoherodskopf weisen überwiegend neutrale Stabilitätsklassen auf (, links). Wie z.B. an der Windrichtungsverteilung oben ersichtlich, werden im vorliegenden Fall durch die Sattellage die meteorologischen Bedingungen beeinflusst. Daher wurde die Verteilung der Ausbreitungsklassen gemäß VDI 3783 Bl. 16, Kap. 6.1 nach dem Verfahren von Kolb (/8/) auf den

Anlagenstandort übertragen (, rechts) und in der Ausbreitungsrechnung verwendet. Dies ermöglicht auch eine sachgerechte Berücksichtigung von Kaltluftströmungen in der Ausbreitungsrechnung.

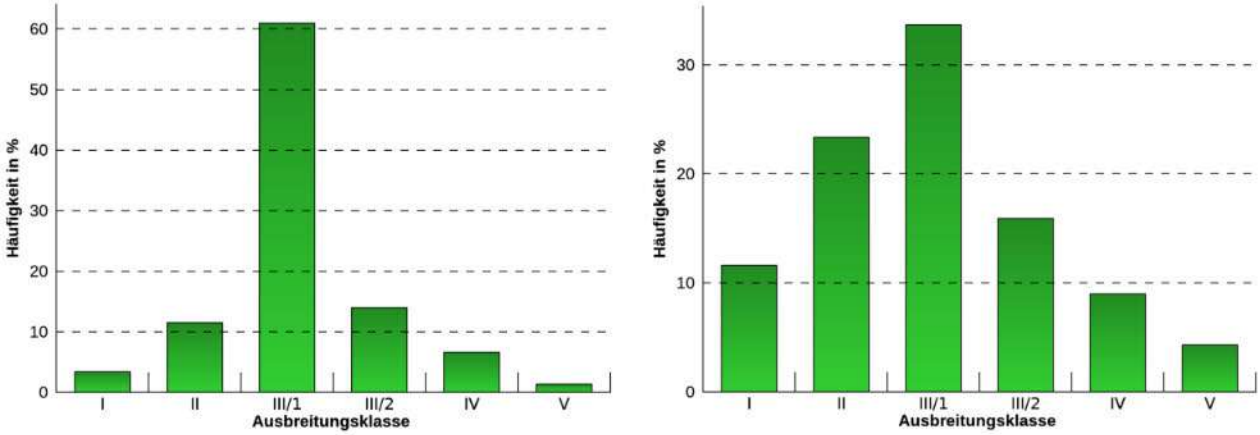


Abb. 6-2: Häufigkeitsverteilung der Ausbreitungsklassen in der Zeitreihe der Station Hoherodskopf (Vogelsberg, links) und die entsprechende Verteilung in Sattellage am Anlagenstandort (rechts).

7 Berücksichtigung lokaler Windsysteme

Kaltluftströmungen entstehen in wolkenarmen Nächten bei großräumig windschwachen Wetterlagen. Über Grünland und Ackerland kühlt die Luft deutlich stärker ab als über Wald- und Siedlungsgebieten. Die kühlere Luft setzt sich, da sie schwerer ist, zunächst dem lokalen Geländegefälle folgend hangabwärts in Bewegung (Kaltluftabfluss). Mehrere solcher Kaltluftabflüsse können sich zu Kaltluftströmungen und Kaltluftströmungssystemen zusammenschließen, die auch in ebenes Gelände hineinreichen und niedrige Hügel überströmen können.

Kaltluftströmungen gelten als turbulenzarm und können bevorzugt bei austauscharmen Wetterlagen entstehen (insbesondere Ausbreitungsklasse I). In ihnen werden Luftbeimengungen über längere Strecken relativ wenig verdünnt transportiert. Aufgrund der Natur der Kaltluftströmungen sind dabei auch geländebedingte Richtungswechsel während der Verlagerung möglich.

Da es sich bei Kaltluftströmungen um bodennahe Strömungssysteme handelt, kann man insbesondere bei bodennahen Freisetzungen davon ausgehen, dass bei entsprechenden Wetterlagen diese turbulenzarmen Strömungen direkten Einfluss auf die Immissionen haben.

Aufgrund der im vorliegenden Fall ausgeprägten Tallagen im Berechnungsgebiet sind Einflüsse lokaler thermischer Windsysteme zu erwarten. Sie lassen sich durch geeignete Einbindung in die Windfeldmodellierung berücksichtigen, allerdings existieren derzeit noch keine Gesetze oder Richtlinien, die sich mit der Vorgehensweise befassen.

Im hier gewählten Verfahren wurden Kaltluftwindfelder durch die Anwendung des prognostischen Windfeldmodells METRAS-PCL berechnet. Entsprechend der Geländeneigung, der Landnutzung und Strukturen wie Tälern werden komplexe Kaltluftströmungen verschiedener Intensität berechnet. Sie werden bei entsprechenden meteorologischen Bedingungen in der Ausbreitungsrechnung

berücksichtigt. Dazu werden in den stundenfeinen meteorologischen Eingangsdaten Phasen mit möglichen Kaltluftströmungen identifiziert.
Für diese Phasen werden dann die Windfelder mit übergeordnetem Wind (Ergebnis der der zuvor beschriebenen prognostischen Windfeldberechnung) mit den prognostischen 3dimensionalen Kaltluftströmungsfeldern kombiniert. Je geringer die übergeordnete Windgeschwindigkeit, desto dominanter treten dabei die Kaltluftströmungen in den Vordergrund.
Da das Kaltluftströmungsmodell auch die zeitliche Entwicklung von Kaltluftströmungen berechnet, können je nach Zeitpunkt innerhalb einer Kaltluft-Phase zeitabhängige realistische Kaltluft-Strömungsfelder überlagert werden.
Die Windfeldbibliothek enthält dann für jedes Berechnungsgitter und für jede der Kaltluftphasen ein dreidimensionales Windfeld, in denen die lokalen Kaltluftströmungen zeitabhängig enthalten sind.
Die folgende Abbildung zeigt exemplarisch bei einer sich entwickelnden Kaltluftsituation die Strömung im Bereich um den Anlagenstandort.

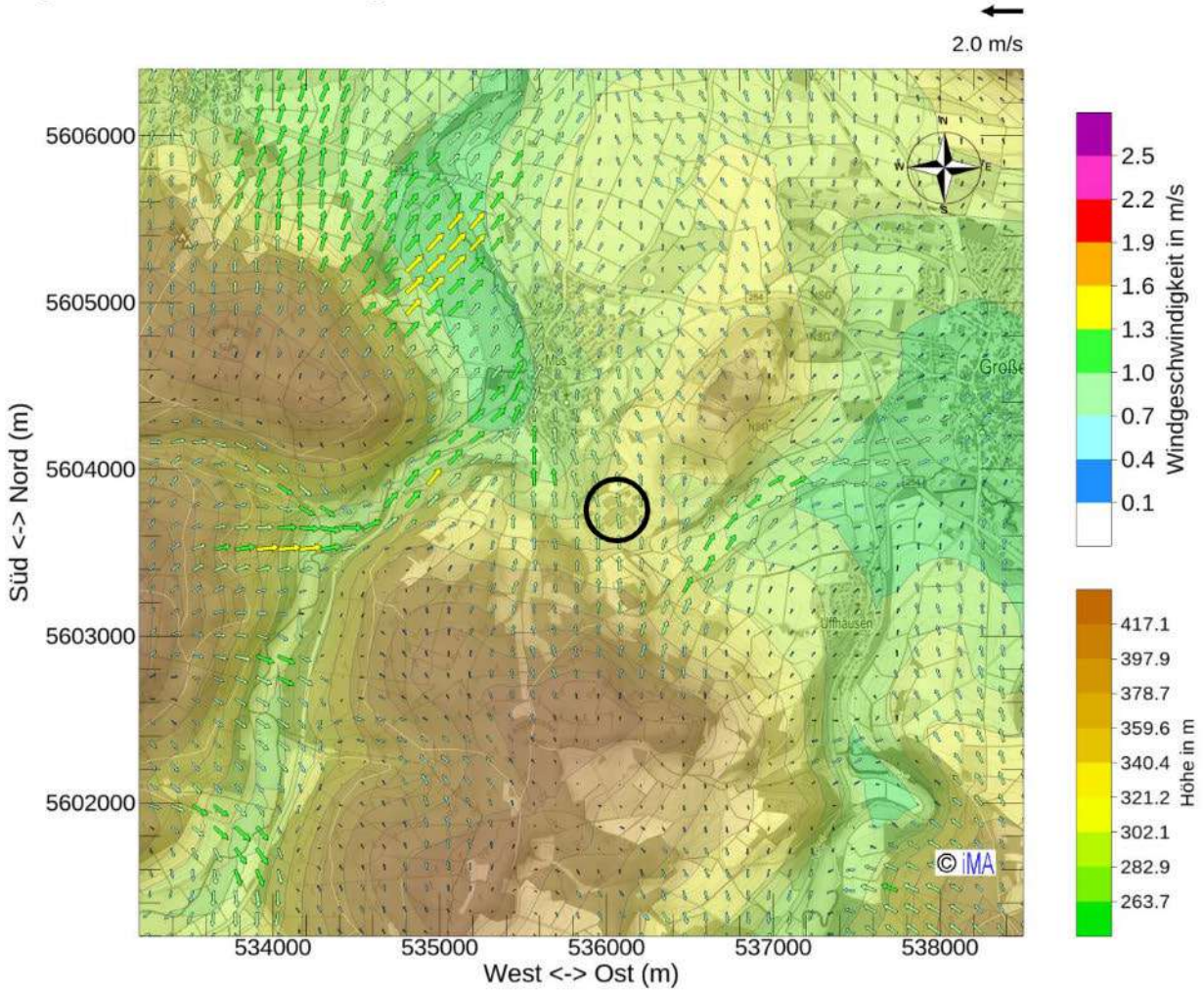


Abb. 7-1: Ausschnitt eines METRAS-Windfelds in einer nächtlichen Kaltluftsituation. Die Strömungsrichtung ist durch die Pfeile markiert, die Geschwindigkeit ist an der Länge der Pfeile und an der Farbgebung ablesbar. Der Bereich des Anlagenstandorts ist mit einem schwarzen Kreis markiert.

Zusammenfassung

Entsprechend der Aufgabenstellung wurde eine prognostische Windfeldbibliothek gemäß VDI 3783 Blatt 16 mit Berücksichtigung von Kaltluftströmungen für die Ausbreitungsrechnungen des VDZ für den Standort Großenlüder-Müs berechnet.

Für den sich aus den Anforderungen dieser Richtlinie ergebenden Ansatzpunkt für die meteorologischen Daten in der Ausbreitungsrechnung wurde durch ein dafür akkreditiertes Institut gemäß TA Luft, Anhang 3 Nr. 8.1 eine Übertragbarkeitsprüfung für die zu verwendeten meteorologischen Daten ermittelt.

Beides wurde dem VDZ für die Ausbreitungsrechnungen zur Verfügung gestellt.

Stuttgart, den 09. Dezember 2021

[redacted]

Dr. Jost Nielinger
(Diplom-Meteorologe)

Niederlassungsleiter Stuttgart,
Fachlich Verantwortlicher Immissionsprognose
Anerkannter beratender Meteorologe
der Deutschen Meteorologischen Ges. e.V.
(Stadt- und Siedlungsklimatologie,
Ausbreitung von Luftbeimengungen)

[redacted]

Dr. Markus Hasel
(Diplom-Meteorologe)

Projektleiter

Literatur

/1/ **VDI-Richtlinie 3783 Bl. 20**: Umweltmeteorologie – Übertragbarkeitsprüfung meteorologischer Daten zur Anwendung im Rahmen der TA Luft. VDI Düsseldorf, März 2017, Beuth Verlag, Berlin.

/2/ **Grawe, D., Schlünzen, H.** (2018): Preparation of land–cover and orography data for GRITOP-L. Meteorologisches Institut, CEN, Universität Hamburg, METRAS Technical Report 12.

/3/ **VDI-Richtlinie 3783 Bl. 7**: Umweltmeteorologie - Prognostische mesoskalige Windfeldmodelle - Evaluierung für dynamisch und thermisch bedingte Strömungsfelder (Entwurf). VDI Düsseldorf, Dezember 2015, Beuth Verlag, Berlin.

/4/ **VDI-Richtlinie 3783 Bl. 16**: Umweltmeteorologie – Prognostische mesoskalige nichthydrostatische Windfeldmodelle; Verfahren zur Anwendung in Genehmigungsverfahren nach TA Luft. VDI Düsseldorf, Juni 2015, Beuth Verlag, Berlin.

/5/ **Bigalke K., Rau M. (2007):** Immissionsprognosen nach TA Luft in komplexem Gelände mit prognostisch berechneten Windfeldern, *Immissionsschutz 1/2007*

/6/ **Hasel M., Kost W.-J., Nielinger J. (2009):** Ausbreitungsrechnungen in steilem Gelände – Prognostische Windfeldbibliotheken. *METTOOLS, 01.-03. September 2009, Hamburg*.

/7/ **Schlünzen, K. H., Bigalke K., Lüpkes C., Niemeier U., von Salzen K. (1996):** Concept and realisation of the mesoscale transport- and fluid-model ‚METRAS', *Meteorologisches Institut, Universität Hamburg, METRAS Techn. Rep. 5, 156.*

/8/ **Kolb, H.** (1976): Vergleich verschiedener Methoden der Übertragung von Statistiken der Ausbreitungsverhältnisse in orographisch modifiziertem Gelände. Arch. Met. Geophys. Biokl., Ser. B, Band 24, S. 57-68

/9/ **Übertragbarkeitsprüfung der meteorologischen Eingangsdaten:** Detaillierte Prüfung der Repräsentativität meteorologischer Daten nach VDI-Richtlinie 3783 Blatt 20 für Ausbreitungsrechnungen nach TA Luft an einem Anlagenstandort bei Müs. IFU GmbH Frankenberg, 28.06.2021, 59 Seiten. Az. DPR.20210416-01.

Formular 20/2: „Kriterien für die Vorprüfung im Rahmen einer Umweltverträglichkeitsprüfung nach Anlage 3 UVPG“

1.	Merkmale des Vorhabens	Beschreibung des Sachverhalts unter Berücksichtigung der Bau- (ggf. Abrissarbeiten) und Betriebsphase
1.1	Größe und Ausgestaltung des gesamten Vorhabens und, soweit relevant, der Abrissarbeiten	
1.1.1	Überschreitet das Vorhaben 60 % der entsprechenden Größe oder Leistung aus Spalte 1, für die eine UVP zwingend erforderlich ist?	nein
1.1.2	Flächenverbrauch - Überschreitet die erforderliche Grundfläche für das Vorhaben 20.000 m² (Nr. 18.5.2 Anlage 1 UVPG)?	nein
1.1.3	Ist mit dem Vorhaben auch ein Vorhaben verbunden, das *eigenständig* einer Nr. nach Anlage 1 UVPG zugeordnet werden kann, wie z.B. Nr. 8.1.1 Anlage 1 UVPG?	nein
1.2	Zusammenwirken mit anderen bestehenden oder zugelassenen Vorhaben und Tätigkeiten	
1.2.1	Existiert ein Altbestand, der bei der Bewertung der Umweltverträglichkeit berücksichtigt werden muss?	ja
1.2.2	Existieren Kumulationseffekte mit benachbarten Vorhaben?	nein
1.3	Nutzung natürlicher Ressourcen, insbesondere Fläche, Boden, Wasser, Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt	
1.3.1	Fläche	
1.3.1.1	Findet das Vorhaben außerhalb von folgenden Gebieten statt - Gebiete mit Bebauungsplänen nach § 30 BauGB?	nein
1.3.1.2	- Gebiete während der Planaufstellung nach § 33 BauGB?	nein
1.3.1.3	- Gebiete im Innenbereich nach § 34 BauGB?	nein

1.	Merkmale des Vorhabens	Beschreibung des Sachverhalts unter Berücksichtigung der Bau- (ggf. Abrissarbeiten) und Betriebsphase
1.3.1.4	Findet das Vorhaben im Außenbereich nach § 35 BauGB statt?	nein
1.3.1.5	Erfordert das Vorhaben die Rodung von Wald auf einer zusammenhängenden Fläche vom mehr als 5.000 m²?	nein
1.3.2	Boden	
1.3.2.1	Veränderung der organischen Substanz, Bodenerosion, Bodenverdichtung, Bodenversiegelung	nein
1.3.2.2	Schadstoffeintrag (z.B. durch Emissionen von Schwermetallen oder persistenten Stoffen)	nein
1.3.2.3	Ist mit dem Vorhaben eine Abgrabung zur Gewinnung von Bodenbestandteilen wie Kies, Sand, Mergel, Ton, Lehm oder Steinen verbunden, deren Rauminhalt mehr als 10.000 m^3 beträgt?	nein
1.3.3	Wasser	
1.3.3.1	Abwasser	
1.3.3.1.1	Veränderungen von Quantität oder Qualität des Abwassers (Abwassermenge, -eigenschaft (BSB, AOX, TOC), Frachten, Temperatur, Sedimentgehalt etc.	nein
1.3.3.1.2	Enthält das Abwasser Stoffe, die in Anlage 2 Nr. 1.1 der Oberflächengewässerverordnung (OGewV) genannt sind?	nein
1.3.3.2	Abwassereinleitung in eine Kläranlage	
1.3.3.2.1	Ist es im Zusammenhang mit dem Vorhaben erforderlich, eine Abwasserbehandlungsanlage zu errichten bzw. wesentlich zu ändern, die für nachfolgende Abwassermengen ausgelegt ist: - organisch belastetes Abwasser ≥ 600 kg BSB5 /d (roh) bis < 9000 kg BSB5/d (roh)	Die Abwassermenge wird in der Menge und Zusammensetzung nicht verändert.
1.3.3.2.2	- organisch belastetes Abwasser ≥ 120 kg BSB5 /d (roh) bis < 600 kg BSB5/d (roh)	

1.	Merkmale des Vorhabens	Beschreibung des Sachverhalts unter Berücksichtigung der Bau- (ggf. Abrissarbeiten) und Betriebsphase
1.3.3.2.3 1.3.3.2.4	- anorganisch belastetes Abwasser ≥ 900 m³/2h bis < 4500 m³/2h (ausgenommen Kühlwasser) - anorganisch belastetes Abwasser ≥ 10 m³/2h bis < 900 m³/2h (ausgenommen Kühlwasser)	
1.3.3.3	Einleitung in ein Oberflächengewässer	
	Entnehmen / Zutagefördern und Zutageleiten von Grundwasser oder Einleiten von Oberflächenwasser zum Zwecke der Grundwasseranreicherung, jeweils mit einem jährlichen Volumen von:	Es findet keine Entnahme/Zuförderung von Grundwasser statt.
1.3.3.3.1 1.3.3.3.2	- 5000 bis < 100.000 m³/Jahr - 100.000 bis < 10. Mio m³/Jahr	
1.3.3.4	Tiefbohrungen zum Zwecke der Wasserversorgung?	Es findet keine Tiefbohrung statt.
1.3.3.5	Besteht eine Gefahr im Hinblick auf den Grundwasserschutz?	nein
1.3.4	Tiere, Pflanzen und biologische Vielfalt	
1.3.4.1	Sind nachteilige Auswirkungen auf Flora und Fauna zu erwarten?	nein
1.3.4.2	Sind nachteilige Auswirkungen auf den Artenschutz zu erwarten?	nein
1.4	Erzeugung von Abfällen i.S.v. § 3 Abs. 1 und 8 KrWG	
1.4.1	Gefährliche Abfälle in [t/d] bzw. [t/a] oder [m³/d], [m³/a]	nein
1.5	Umweltverschmutzung und Belästigungen	
1.5.1	Luft	
1.5.1.1	Werden Emissionen (Massenströme) nach Nr. 4.6.1.1 a) TA Luft überschritten?	nein

1.	Merkmale des Vorhabens	Beschreibung des Sachverhalts unter Berücksichtigung der Bau- (ggf. Abrissarbeiten) und Betriebsphase
1.5.1.2	Werden Emissionen (diffuse Emissionen) nach Nr. 4.6.1.1 b) TA Luft überschritten?	nein (durch das Vorhaben entstehen keine neuen Quellen für diffuse Emissionen)
1.5.1.3	Ist eine Ermittlung der Vorbelastung nach Nr. 4.6.2.1 TA Luft erforderlich?	nein
1.5.1.4	Ist mit einer relevanten Zusatzbelastung gemäß Nr. 4.1 c) TA Luft zu rechnen? (s. Nrn. 4.2.2 a), 4.3.2 a), 4.4.1 S. 3, 4.4.3 a) und 4.5.2 a))	nein, keine vorhabenbedingte relevante Zusatzbelastung
1.5.1.5	Liegen hinreichende Anhaltspunkte für eine Sonderfallprüfung nach Nr. 4.8 TA Luft vor?	nein
1.5.1.6	Werden bei bestimmungsgemäßem Betrieb geruchsintensive Stoffe emittiert?	nein
1.5.1.7	Werden Immissionswerte gemäß Nr. 4.4 TA Luft (SO_x, NO_x, HF, NH_3) überschritten?	nein
1.5.1.8	Werden Immissionswerte gemäß Nr. 4.5 TA Luft (Schadstoffdeposition) überschritten?	nein
1.5.1.9	Werden Treibhausgase emittiert? (§ 3 Nr.16 TEHG: Kohlendioxid (CO_2), Methan (CH_4), Distickstoffoxid (N_2O), teilfluorierte Kohlenwasserstoffe (HFKW), perfluorierte Kohlenwasserstoffe (PFC) und Schwefelhexafluorid (SF_6))	ja
1.5.2	Lärm	
1.5.2.1	Wird der um 6 dB(A) verminderte Richtwertanteil der Immissionsrichtwerte nach Nr. 6 TA Lärm am maßgeblichen Immissionsort (eventuelle anlagenbezogene Verkehrsgeräusche sind zu berücksichtigen) überschritten?	nein
1.5.3	Erschütterungen	nein
1.5.4	Licht	nein

1.	Merkmale des Vorhabens	Beschreibung des Sachverhalts unter Berücksichtigung der Bau- (ggf. Abrissarbeiten) und Betriebsphase
1.5.5	Wärme	nein
1.5.6	Strahlung (z.B. Radioaktivität)	nein
1.6	Risiken von Störfällen, Unfällen und Katastrophen, die für das Vorhaben von Bedeutung sind, einschließlich solcher, die wissenschaftlichen Erkenntnissen zufolge durch den Klimawandel bedingt sind, insbesondere mit Blick auf:	
1.6.1.1	verwendete Stoffe,	nein
1.6.1.2	und Technologien	nein
1.6.2	Anfälligkeit des Vorhabens für Störfälle (im Sinne des § 2 Nr. 7 der StörfallV, insbes. aufgrund seiner Verwirklichung innerhalb des angemessenen Sicherheitsabstandes zu Betriebsbereichen im Sinne des § 3 Abs. 5a des BImSchG)	nein
1.6.2.1	Unterliegt die Anlage der StörfallV?	nein
1.6.2.2	Sind bei Änderungsvorhaben sicherheitsrelevante Anlagenteile betroffen?	nein
1.6.3	Bestehen Risiken durch den Klimawandel? (z.B. Auslegung des Bauwerks im Hinblick auf Niederschläge, Hochwasser, Wind, Schnee- und Eislasten) Siehe auch TRAS 310 und TRAS 320)	nein
1.7	Bestehen Risiken für die menschliche Gesundheit, z.B. durch Verunreinigung von Wasser oder Luft	
1.7.1	durch das Wasser? (z.B. Einfluss auf Trinkwassergewinnung)	nein
1.7.2	durch Luftverunreinigungen? (z.B. Überschreitung von Immissionsgrenzwerten)	nein

1.	Merkmale des Vorhabens	Beschreibung des Sachverhalts unter Berücksichtigung der Bau- (ggf. Abrissarbeiten) und Betriebsphase
1.7.3	durch Veränderung des Kleinklimas am Standort? (z.B. Beeinträchtigung von Kaltluft- und Frischluftschneisen)	nein

2.	Standort des Vorhabens	Beschreibung des Sachverhaltsunter Berücksichtigung von Bauphase (ggf. Abrissarbeiten) und Betriebsphase
	Die ökologische Empfindlichkeit eines Gebiets, das durch ein Vorhaben möglicherweise beeinträchtigt wird, ist insbesondere hinsichtlich folgender Nutzungs- und Schutzkriterien unter Berücksichtigung des Zusammenwirkens mit anderen Vorhaben in ihrem gemeinsamen Einwirkungsbereich zu beurteilen:	
2.1	Nutzungskriterien bestehende Nutzung des Gebietes, insbesondere als Fläche für	
2.1.1	Siedlung und Erholung,	nein
2.1.2	land-, forst- und fischereiwirtschaftliche Nutzungen,	nein
2.1.3	sonstige wirtschaftliche und öffentliche Nutzungen, Verkehr, Ver- und Entsorgung	nein
2.2	Qualitätskriterien Reichtum, Verfügbarkeit, Qualität und Regenerationsfähigkeit der natürlichen Ressourcen, insbesondere	
2.2.1	Fläche, Boden, Landschaft	nein nein nein
2.2.2	Kann das Vorhaben das Landschaftsbild beeinträchtigen?	nein
2.2.3	Wasser (Art des Gewässers: Badegewässer, Fischgewässer, Trinkwassergewinnung)	nein

2.	Standort des Vorhabens	Beschreibung des Sachverhaltsunter Berücksichtigung von Bauphase (ggf. Abrissarbeiten) und Betriebsphase
2.2.4	Tiere, Pflanzen, biologische Vielfalt des Gebiets	nein
2.2.5	seines Untergrunds	nein
2.3	Schutzkriterien Belastbarkeit der Schutzgüter unter besonderer Berücksichtigung folgender Gebiete und von Art und Umfang des ihnen jeweils zugewiesenen Schutzes:	
2.3.1	Natura 2000-Gebiete nach § 7 Abs. 1 Nr. 8 BNatSchG	nein
2.3.2	Naturschutzgebiete nach § 23 BNatSchG, soweit nicht bereits von Nummer 2.3.1 erfasst	nein
2.3.3	Nationalparke und Nationale Naturmonumente nach § 24 BNatSchG, soweit nicht bereits von Nummer 2.3.1 erfasst	nein
2.3.4	Biosphärenreservate und Landschaftsschutzgebiete gemäß den §§ 25 und 26 BNatSchG	nein
2.3.5	Naturdenkmäler nach § 28 BNatSchG	nein
2.3.6	geschützte Landschaftsbestandteile, einschließlich Alleen, nach § 29 BNatSchG	nein
2.3.7	gesetzlich geschützte Biotope nach § 13 HAGBNatSchG und § 30 BNatSchG	nein
2.3.8.1	Wasserschutzgebiete nach § 51 WHG (Trinkwasserschutzgebiete)	nein
2.3.8.2	Heilquellenschutzgebiete nach § 53 Abs. 4 WHG,	nein
2.3.8.3	Risikogebiete nach § 73 Abs. 1 WHG (Hochwasserrisiko)	nein
2.3.8.4	Überschwemmungsgebiete nach § 76 WHG	nein
2.3.9	Gebiete, in denen die in Vorschriften der Europäischen Union festgelegten Umweltqualitätsnormen bereits überschritten sind,	nein

2.	Standort des Vorhabens	Beschreibung des Sachverhaltsunter Berücksichtigung von Bauphase (ggf. Abrissarbeiten) und Betriebsphase
2.3.10	Gebiete mit hoher Bevölkerungsdichte, insbesondere Zentrale Orte im Sinne des § 2 Abs. 2 Nr. 2 ROG	nein
2.3.11	in amtlichen Listen oder Karten verzeichnete Denkmäler, Denkmalensembles, Bodendenkmäler oder Gebiete, die von der durch die Länder bestimmten Denkmalschutzbehörde als archäologisch bedeutende Landschaften eingestuft worden sind.	nein

3.	**Art und Merkmal der möglichen Auswirkungen**	**Beschreibung des Sachverhalts**
	Die möglichen erheblichen Auswirkungen eines Vorhabens auf die Schutzgüter sind anhand der unter den Nummern 1 und 2 aufgeführten Kriterien zu beurteilen; dabei ist insbesondere folgenden Gesichtspunkten Rechnung zu tragen:	**Es ergeben sich keine erheblichen Auswirkungen**
	Einschätzung der Erheblichkeit der zuvor identifizierten (nachteiligen) Auswirkungen unter Berücksichtigung von	
3.1	**Art und Ausmaß der Auswirkungen insbes. betroffenes geographisches Gebiet - voraussichtlich betroffene Personen**	
3.2	**etwaiger grenzüberschreitender Charakter**	
3.3	**Schwere und Komplexität der Auswirkung**	
3.4	**Wahrscheinlichkeit der Auswirkungen**	
3.5	**voraussichtlicher Zeitpunkt des Eintretens, Dauer, Häufigkeit und Umkehrbarkeit der Auswirkungen,**	

3.6	**Zusammenwirken mit Auswirkungen anderer Vorhaben**	**nein**
3.7	**Möglichkeit, die Auswirkungen wirksam zu vermindern**	

21 Maßnahmen nach der Betriebseinstellung

Gemäß § 5 Abs. 3 BlmSchG verpflichten wir uns, auch nach der Betriebseinstellung sicherzustellen, dass

- alle Anlagenteile komplett abgebaut und einer weitgehenden Wiederverwertung zugeführt werden,
- von der Anlage oder dem Anlagengrundstück keine schädlichen Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft hervorgerufen werden können und
- Abfälle ordnungsgemäß und schadlos verwertet oder ohne Beeinträchtigung des Wohles der Allgemeinheit beseitigt werden.

Die Anlagen und das Anlagengrundstück werden gegen unbefugten Zutritt gesichert.

Lager- und Produktionsbereiche werden entleert und gereinigt.

Abfälle werden ordnungsgemäß und schadlos verwertet oder ohne Beeinträchtigung des Wohls der Allgemeinheit beseitigt.

Die Anlagen werden demontiert und einer Verwertung zugeführt oder, falls dies nicht möglich ist, ordnungsgemäß beseitigt.

Hier erfolgt keine Veränderung.

22 Ausgangszustandsbericht

Im Auftrag des Antragsstellers wurde eine Vorprüfung zum Ausgangszustandsbericht durch UCL durchgeführt (siehe Anhang: Vorprüfung zum Ausgangszustandsbericht, Stand 01.09.2020, UCL)

UCL
IM AUFTRAG DER ZUKUNFT

Vorprüfung zum Ausgangszustandsbericht für Boden und Grundwasser

Genehmigungsverfahren gemäß § 16 BImSchG für eine IED - Anlage

Zement- und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG,
Großenlüder-Müs

Auftraggeber:	Zement-und Kalkwerke Otterbein GmbH & Co. KG Hauptstraße 50 36137 Großenlüder-Müs
Auftragnehmer:	UCL Umwelt Control Labor GmbH Köpenicker Straße 59 24111 Kiel
Bericht - Seiten:	20 ohne Anlagen
Berichtsverfasser:	Dipl.-Geol. Sebastian Münn M. Sc. Geol. Janna Schneider

Kiel, 01.09.2020

[redacted]

i.V. Dipl.-Geol. Michael Gartz
Sachverständiger gemäß §18 BBodSchG

[redacted]

i.A. Dipl.-Geol. Sebastian Münn

UCL
IM AUFTRAG DER ZUKUNFT

Inhaltsverzeichnis

Kapitel		Seite
1	Veranlassung und Aufgabenstellung	1
2	Standortbeschreibung	2
2.1	Betriebsgrundstück und Umgebung	2
2.2	Anlagenstruktur und Produktionsverfahren	3
2.3	Definition des Anlagengrundstückes	10
3	Einstufung gemäß 4. BImSchV	11
4	Gefährliche Stoffe oder Gemische	12
4.1	Verwendete, erzeugte oder freigesetzte Stoffe	12
4.2	Stoffliche Relevanz für Boden und Grundwasser	13
4.3	Mengenrelevanz	14
4.4	Grundsätzliche Möglichkeit von Stoffeinträgen in den Boden und das Grundwasser	16
5	Ergebnisse und Zusammenfassung der Vorprüfung zum AZB	18
6	Dokumentenverzeichnis	19

Anlagen

Anlage 1 Stoffliste Vorprüfung zum Ausgangszustandsbericht für Boden und Grundwasser

1 Veranlassung und Aufgabenstellung

Die Zement- und Kalkwerke Otterbein betreiben an ihrem Standort in Großenlüder-Müs eine Anlage zur Herstellung von Zementklinker und Zementen.

Mit dem Genehmigungsbescheid AZ.: 33-53e 621-4.13 Otterbein/Bai vom 29.05.2013 darf bei der obengenannten Anlage zusätzlich Hüttensand, Quarzsandfüller, Feinkalkstein sowie gebrochener Kalkstein aus externer Lieferung verwendet werden. Diese Anlagenänderung führt jedoch zur Erhöhung der Lkw-Bewegungen, die gemäß der Nebenbestimmung 3.2.1 und 3.3 2 aus Lärmschutzgründen begrenzt wurden.

Im Rahmen der Vorprüfung von Unterlagen, die für den Änderungsantrag des Genehmigungsbescheides vom 29.05.2013, Änderung der Nebenbestimmung 3.2.1, 3.2.2 und der Streichung der Nebenbestimmung 3.1.3, hat das RP Kassel/Bad Hersfeld in seinem Schreiben vom 11.12.2015 u.a. eine Vorprüfung zum AZB samt Formular 22/1 angefordert.

Die Anlagenänderung besteht in der Erhöhung der Lkw-Bewegungen auf dem Betriebsgrundstück.

Entsprechend des Genehmigungsbescheides ist erstmalig ein Ausgangszustandsbericht für den Standort zu erstellen.

Die nach Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) [1] genehmigungsbedürftige Anlage ist als IED- Anlage im Sinne der Industrieemissions-Richtlinie (IED) [2] eingestuft.

Gemäß § 25 Abs. 2 der 9. BImSchV [3] ist dem Änderungsantrag ein Bericht beizulegen, der nach § 10 Abs. 1a BImSchG [1] den Ausgangszustand des Bodens und Grundwassers auf dem Grundstück des Anlagenkomplexes beschreibt, insofern durch die Anlagen relevante gefährliche Stoffe im Sinne des § 3 BImSchG verwendet, erzeugt oder freigesetzt werden.

Mit dem Schreiben vom 20.04.2017 erteilten die Zement- und Kalkwerke Otterbein der UCL Umwelt Control GmbH in Kiel den Auftrag, eine Vorprüfung zum Ausgangszustandsbericht für das Anlagengrundstück zu erstellen. Die Vorprüfung dient der Feststellung, inwieweit auf dem Betriebsgrundstück relevante gefährliche Stoffe verwendet, erzeugt oder freigesetzt werden und ob unter den derzeitigen Standortbedingungen Einträge von relevanten gefährlichen Stoffen zu erwarten sind.

Sie liefert somit die Grundlage zur Entscheidung der Genehmigungsbehörde, ob die Erstellung eines Ausgangszustandsberichtes für die IED-Anlage notwendig ist.

Grundlage der Beauftragung war das Angebot der UCL GmbH vom 07.04.2017.

In dem hier vorgelegten Bericht wird zunächst die Pflicht des Anlagenbetreibers, einen Ausgangszustandsbericht zu erstellen, geprüft. Als Grundlage für die Vorprüfung zur Pflicht der Erstellung eines Ausgangszustandsberichtes wurden neben den o.g. gesetzlichen Vorgaben die „Arbeitshilfe zum Ausgangszustandsbericht für Boden und Grundwasser“, herausgegeben von den Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaften Bodenschutz (LABO) und Wasser (LAWA) [4] sowie die EU-Leitlinie zu Ausgangszustandsberichten [5] herangezogen.

2 Standortbeschreibung

2.1 Betriebsgrundstück und Umgebung

Das Werksgelände der Zement- und Kalksteinwerke Otterbein GmbH & Co. KG befindet sich im Ortsteil Müs der Gemeinde Großenlüder und umfasst eine Gesamtfläche von ca. 50 ha.





Abb. 1 und 2: Luftaufnahmen vom ZKW Standort in Großenlüder-Müs (Quelle: Google Maps)

Im Westen, Süden und Osten angrenzend befinden sich im Wesentlichen land- und forstwirtschaftlich genutzte Flächen. Unmittelbar im Nordosten angrenzend an das Werksgelände befindet sich der Steinbruch, aus dem der Muschelkalk u.a. für die Zementherstellung gewonnen wird. Innerhalb des Steinbruchs befindet sich ein Absetzbecken bzw. Pumpensumpf.

Nordöstlich des Steinbruchs sind ein anderes Kalkwerk und ein Recyclingunternehmen angesiedelt.

Das Werksgelände wird im westlichen Teil von Nord nach Süd von der Georg-Otterbein-Straße durchquert, die eine Verbindung von der Ortschaft Großenlüder-Müs zu den umliegenden landwirtschaftlich genutzten Flächen herstellt.

2.2 Anlagenstruktur und Produktionsverfahren

Die Kalk- und Zementwerke Otterbein in Großenlüder-Müs verarbeiten pro Tag bis zu 650 t Klinker und bis zu 480 t Branntkalk.

Im Werk sind sämtliche für die Zementproduktion notwendigen Anlagen untergebracht (siehe Abbildung 1).

Die Herstellung des Zements und des Zementklinkers erfolgt im Wesentlichen in den Anlagen auf dem Gelände östlich der Georg-Otterbein-Straße.

Den überwiegenden Anteil, des für die Zementherstellung des Werkes Otterbein erforderlichen Kalksteins, stellt der Muschelkalk dar, der im eigenen, an die Anlagen angrenzenden Steinbruch gewonnen wird.

Das hier abgebaute Rohmaterial wird in einem Hauptbrecher und einem Nachbrecher vorzerkleinert, gesiebt und mittels Förderbänder wie auch eines Bandabsetzers auf ein so genanntes Mischbett gefahren. Durch gezielte Technik des Einlagerns wird das Rohmaterial vorhomogenisiert, anschließend in die Trockentrommel gefördert, mit der Abwärme des Drehofens getrocknet und in den Silos der Trockentrommel zwischengelagert.

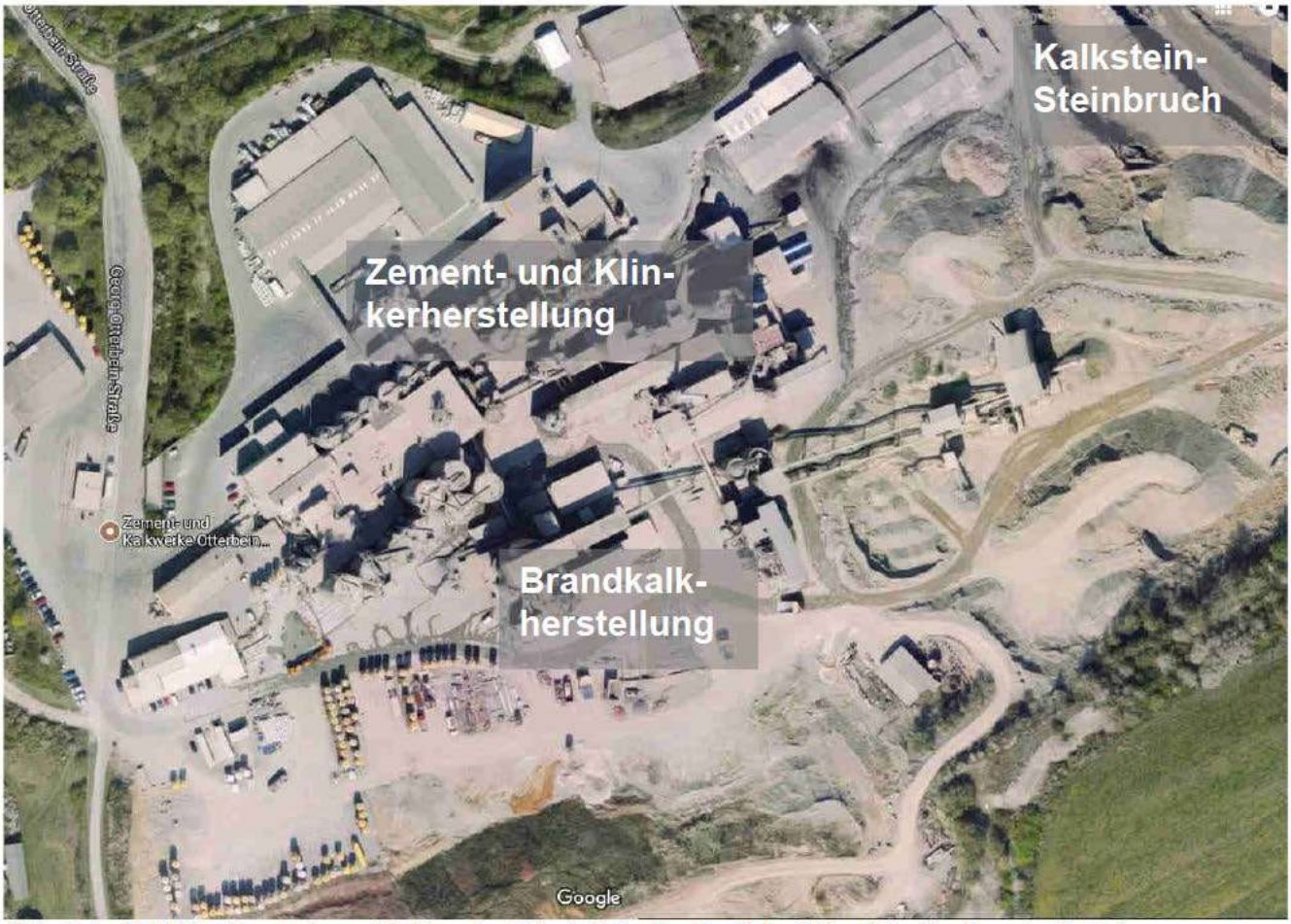


Abb. 3: Luftbild der Zement- und Kalkwerke Otterbein in Großenlüder-Müs, (Quelle: Google Maps).

Unter der Zugabe weiterer Rohstoffe wie Quarzsand, technisches Eisenoxid und gegebenenfalls Gießerei-Altsanden wird das Rohmaterial in der Rohmehlmühle gemahlen und in Rohmehlsilos gelagert. Bei der Rohmehlmühle handelt es sich um eine Walzenschüsselmühle.

In nächsten Schritt gelangt das Rohmehl in einen Wärmetauscher, wo es von entgegenströmender Abluft des Drehrohrofens erhitzt wird. Im Drehofen wird das zum Teil entsäuerte Rohmehl auf Temperaturen bis etwa 1450°C erhitzt, wobei die klinkerrelevanten Calciumsilikat-Phasen durch einen Sinterprozess entstehen (Foto 1 und 2).

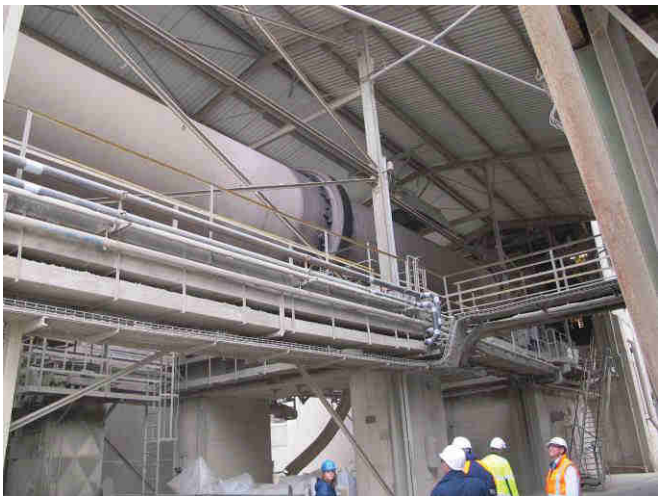


Foto 1: Drehofen



Foto 2: Drehofen

Der entstandene Klinker wird nach Verlassen des Drehofens im Klinkerkühler rasch abgekühlt und anschließend im Klinkerlager zwischengelagert.

Im letzten Produktionsschritt wird der Klinker zusammen mit in Lagerhallen und Silos gelagertem Anhydrit, REA-Gips und im Brennprozess abgeschiedenen Stäuben wie auch gegebenenfalls Hüttensand/Hüttensandmehl und Kalkstein in den Zementmühlen zu den verschiedenen Zementen feingemahlen (Foto 3).



Foto 3: Zementmühle

Die Lagerung des Fertigzements erfolgt in den Produktsilos.

Neben der Herstellung von Zement werden in einer weiteren selbstständigen Anlage Branntkalke und eine größere Anzahl an anderen Kalkprodukten hergestellt.

Bei der Herstellung von Branntkalk wird die im Steinbruch mittels Walzen- und Backenbrechers gewonnene Kalksteinkörnung in einer Kalkofenanlage gebrannt. Diese Anlage besteht aus drei Kalköfen. Je nach Ofentyp wird als Brennstoff Erdgas, Braunkohlenstaub und Steinkohlekoks eingesetzt (Foto 4).



Foto 4: Anlage zum Brennen von Kalkstein

Die Lagerung der Endprodukte erfolgt in Silos (lose Ware) oder in der Lagerhalle (Sackware).

Die für die Produktion benötigten Stoffe werden innerhalb des Werksgeländes in Silos und Lagerhallen gelagert. Mittels Förderbänder gelangen die Rohstoffe in die Rohmehl-und die Zementmühlen.

Neben den natürlichen Rohstoffen wie Kalkstein, Grubensand, Gips und Anhydrit kommen in der Produktion auch einige Ersatzrohstoffe zum Einsatz. Dazu zählen REA-Gips, Hüttensand/Hüttensandmehl, technisches Eisenoxid und gegebenenfalls Gießereialtsand. Diese werden in Silos und Lagerhallen zwischengelagert.

Um alle Zementsorten chromatarm auszuführen, wird beim Klinkermahlen an den Zementmühlen Eisen(II)-sulfat (Foto 5) oder alternativ Zinnsulfat (Standby-Anlage) in Pulverform zugegeben.



Foto 5: Lager- und Dosieranlage für Eisen(II)-sulfat



Foto 6: Harnstofftank

Die Anlage zur Dosierung von Eisen(II)-sulfat verfügt über einen Vorratssilo von 40 m³ Volumen.

Bei der Anlage zur Dosierung von Zinnsulfat handelt es sich um eine Standby-Lösung. Bei einem eventuellen Ausfall der Eisen(II)-sulfat-Anlage wird sie in Betrieb genommen, um die Verfügbarkeit der Zementmühle/Liefersicherheit zu erhöhen. Das Vorratsvolumen dieser Dosieranlage liegt bei 75 kg. Das Zinnsulfat wird in Kleingebinden angeliefert. Die eingesetzte Jahresmenge liegt im Bereich von 0 - 500 kg.

Des Weiteren findet 40%-tige Harnstofflösung Verwendung in der Produktionslinie. Die Harnstofflösung reduziert mit Hilfe der SNCR-Anlage (SNCR – selective non-catalytic reduction) die NO_x – Gehalte im Abgas des Drehofens, die aufgrund der sehr hohen Temperaturen beim Klinkerbrennprozess entstehen.

Der oberirdische doppelwandige Vorratstank für die 40%-tige Harnstofflösung befindet sich östlich des Drehofens auf einer Betonsohle. Er besitzt ein Fassungsvermögen von 50 m³ und ist mit einer Leckageanzeige ausgestattet, die jährlich geprüft wird (Foto 6).

Sämtliche Leitungen zur Ofenanlage verlaufen oberirdisch (Foto 7).



Foto 7: oberirdische Leitungen des Harnstofftanks zum Drehofen

Als weiterer Flüssigstoff wird das Mahlhilfsmittel XT 752 im Zementmahlprozesses eingesetzt. Vorgehalten wird die Mahlhilfe in einem 50 m³ fassenden unterirdischen Tank (Foto 8). Der Tank ist einwandig mit einer Leckschutzauskleidung (Innenhülle) ausgeführt und mit einem Leckanzeiger sowie einem Grenzwertgeber ausgestattet. Die vom Tank ausgehende Rohrleitung zur Zementmühle wurde doppelwandig ausgeführt. Für die Befüllung des Tanks wurde eine flexible doppelwandige Schlauchleitung der Firma Klenck (“System Klenck“) mit einer Trockenkupplung im Nahbereich des Domschachtes installiert. Die Schlauchleitung ist zudem mit einem Unterdruck-Leckanzeigegerät (Foto 9) ausgestattet. Die Abfüllfläche ist durch eine Estrichschicht versiegelt. Um Tropfverluste zu vermeiden, wird beim Abfüllvorgang zusätzlich eine Tropfwanne unter der Kupplungsstelle platziert. Die Schlauchleitung und der Tank werden wiederkehrend durch einen zertifizierten Betrieb auf eventuelle Mängel überprüft.

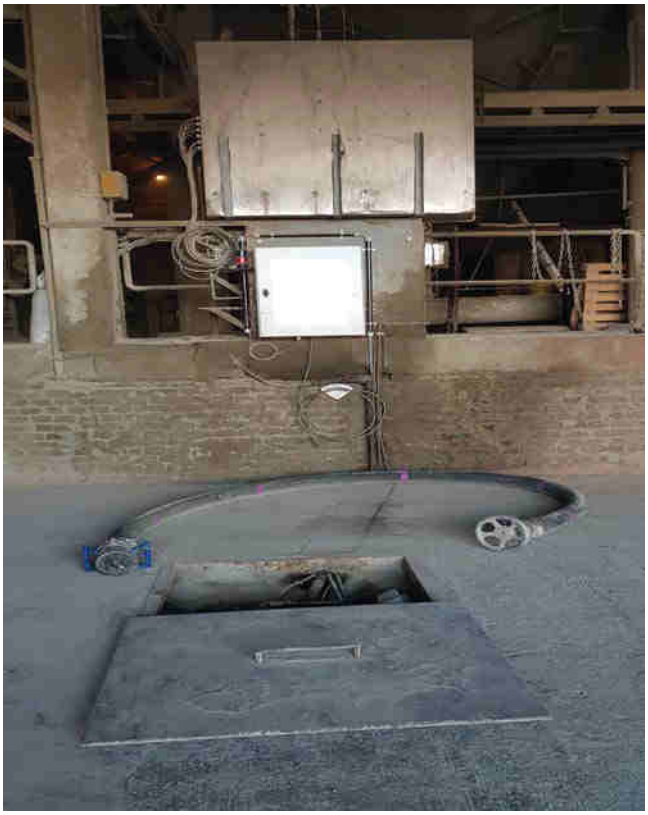


Foto 8: unterirdischer Mahlhilfetank (Domschacht)

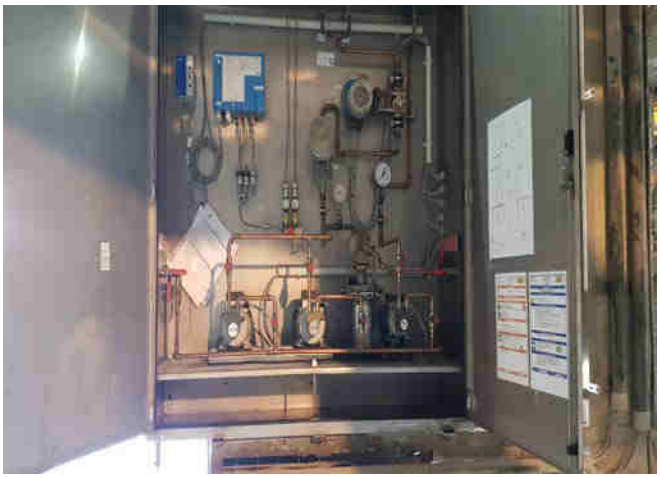


Foto 9: Leckanzeiger der doppelwandigen Schlauchleitung der Firma Kleck

Als Brennstoff werden am Standort in Großenlüder-Müs neben primären Brennstoffen wie Kohlenstaub (Steinkohlen-, Braunkohlen- und Petrolkoksstaub), Erdgas und Anthrazit auch Sekundärbrennstoffe eingesetzt. Dazu zählen gezielte Fluffqualitäten (aufbereiteter Gewerbeabfall) und Tiermehl.

Der Fluff wird in Walkingfloor-Aufliegern angeliefert und an die Walkingfloor-Anlage angedockt und anschließend an den Hauptbrenner aufgegeben. Das Tiermehl wird per Lkw angeliefert, in ein Stahlsilo mit 200 m³ Fassungsvolumen gefördert und mittels einer Dosieranlage dem Hauptbrenner zugeführt.

Aus vielfältigen Gründen (Qualität, Verfahrenstechnik, normative Vorgaben, zur Schonung des natürlichen Kalksteinvorkommens wie auch Steigerung der Abbaueffizienz und somit zur Schonung und Erhaltung des Standortes) werden fremde Roh- und Einsatzstoffe eingesetzt. Dazu gehören u.a. Kalkstein, Grubensand, Hüttensand/Hüttensandmehl, technisches Eisenoxid, Gips, REA-Gips und Anhydrit.

Die Anlieferung der erdfeuchten Stoffe erfolgt mit Kippfahrzeugen und der feinen trockenen Stoffe (u.a. Hüttensandmehl) per Silofahrzeuge. Der Kalkstein wird auf einer Halde vor dem Hauptbrecher gelagert, die erdfeuchten Schüttgüter in entsprechenden Boxen in zwei Lagerhallen. Die feinen trockenen Stoffe werden in entsprechenden Stahlsilos, die mit Siloaufsatzfilter ausgerüstet sind, bevorratet.

Die Verpackung und Lagerung des Fertigzements sowie die Verladung der Produkte erfolgt im nördlichen Bereich des Werksgeländes (Foto 10 und 11).



Foto 10: Abnahme des Fertigzements per Lkw und Silofahrzeugen


Foto 11: Lager- und Versandbereich der Fertigzementprodukte

Neben den Haupt- und Nebenanlagen der Zementproduktion werden auf dem Werksgelände in Großenlüder-Müs weitere Anlagen betrieben, die jedoch nicht im unmittelbaren Zusammenhang mit der Prozesslinie stehen. Hierzu gehören u.a. eine Betriebstankstelle und ein Waschplatz für den Fuhrpark sowie Lagerräume für Betriebsstoffe jener Anlagen.

2.3 Definition des Anlagengrundstückes

Die Produktionslinie nach Abbau des Rohkalkes im Steinbruch umfasst die in Kap. 2.2 beschriebenen Anlagenteile.

Dabei bilden die Hauptanlagen zur Herstellung von Zement und Zementklinker sowie zur Herstellung von Branntkalken (z.B. Drehofen, Schachtofen und Zementmühlen) zusammen mit den Zwischen-

speichern (Zementsilos, Lagerhallen) und den Nebenanlagen (SNCR-Anlage) eine funktionelle Einheit und definieren die Fläche des Anlagengrundstücks.

Die weiteren auf dem Gelände geführten infrastrukturellen Anlagen und Einrichtungen sind nicht unmittelbar an den Produktionsprozess gekoppelt und werden in der weiteren Betrachtung nicht dem Anlagengrundstück zugeordnet. Dazu zählen die Betriebstankstelle mit Lkw-Waschplatz sowie Betriebswerkstatträume und die beiden Büro- und Sozialgebäude.

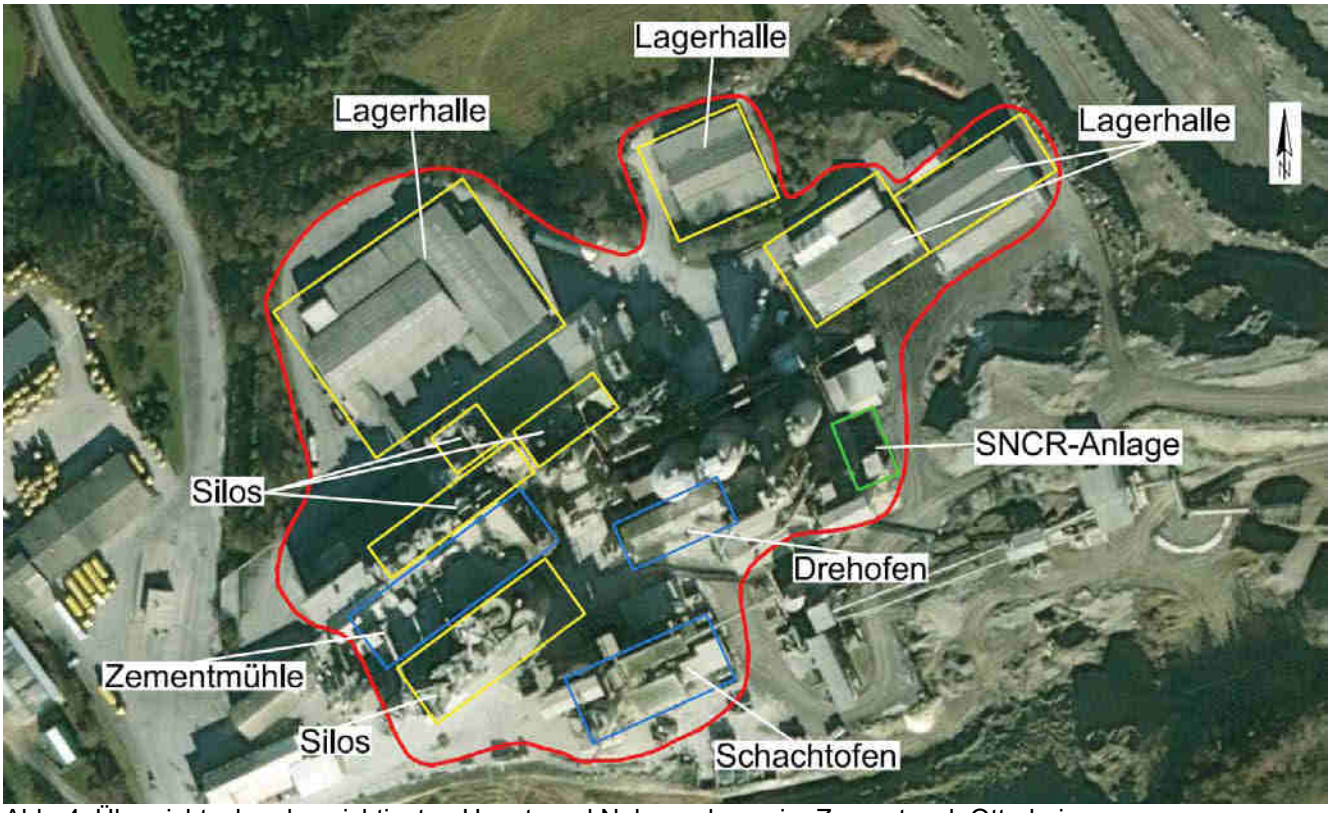


Abb. 4: Übersichtsplan der wichtigsten Haupt- und Nebenanlagen im Zementwerk Otterbein (Quelle: Google Maps), blau – Hauptanlagen, gelb – Zwischenspeicher, grün – Nebenanlagen

3 Einstufung gemäß 4. BImSchV

Aufgrund der Produktionskapazität von mehr als 500 Tonnen Zement bzw. Zementklinker pro Tag fällt die Anlage unter Nr. 2.3.1 im Anhang 1 der 4. Bundesimmissionsschutzverordnung (4. BImSchV) [6].

Anlagen dieser Art sind im Anhang 1 der 4. BImSchV [6] als IED – Anlagen gekennzeichnet. Für diese besteht grundsätzlich die Pflicht zur Prüfung der Notwendigkeit der Erstellung eines Ausgangszustandsberichtes.

4 Gefährliche Stoffe oder Gemische

Die Notwendigkeit, einen Ausgangszustandsbericht für das Anlagengrundstück zu erstellen, wird anhand der Vorprüfung festgestellt. Die Vorprüfung umfasst im Wesentlichen die Ermittlung der relevanten gefährlichen Stoffe, die innerhalb des Anlagengrundstückes verwendet, erzeugt oder freigesetzt werden.

In den folgenden Kapiteln werden die am Standort der Zement- und Kalkwerke Otterbein verwendeten, erzeugten oder freigesetzten Stoffe hinsichtlich ihrer Möglichkeit, Boden- und/oder Grundwasserverunreinigungen hervorzurufen, geprüft. Die Prüfung erfolgt in vier Schritten.

Im ersten Schritt werden die Stoffe oder Stoffgemische ermittelt, die innerhalb des Anlagengrundstückes verwendet, erzeugt oder freigesetzt werden.

Weiterhin werden die Stoffe auf ihre gefährlichen Eigenschaften sowie auf die eingesetzten Mengen geprüft.

Als vierter Schritt erfolgt unter Berücksichtigung der Standortbedingungen die Prüfung der tatsächlichen Möglichkeit von Einträgen der relevanten gefährlichen Stoffe in den Boden und das Grundwasser.

4.1 Verwendete, erzeugte oder freigesetzte Stoffe

Im Otterbein-Werk in Großenlüder-Müs werden unterschiedliche Stoffe verwendet. Eine Erzeugung oder Freisetzung von für den Boden und das Grundwasser potentiell gefährlichen Stoffen im Sinne des BImSchG [1] erfolgt nicht.

Die Liste aller innerhalb der Produktionslinie verwendeten Stoffe ist der Tabelle zu entnehmen, die dem Bericht als Anlage 2 beiliegt.

4.2 Stoffliche Relevanz für Boden und Grundwasser

Als „gefährliche Stoffe“ sind nach § 3 Abs. 9 BImSchG [3] jene verwendeten, erzeugten oder freigesetzten Stoffe zu bezeichnen, denen gemäß CLP-Verordnung [7], Anhang I, Teile 2 – 5 gefährliche Eigenschaften zugeordnet werden. In der CLP-Verordnung sind zur Kennzeichnung der gefährlichen Stoffeigenschaften H-Sätze aufgeführt.

Als relevant sind diejenigen gefährlichen Stoffe im Sinne der CLP-Verordnung [7] anzusehen, die eine Verschmutzung des Bodens und des Grundwassers hervorrufen können. Als boden- und grundwasserrelevant sind insbesondere die gesundheitsgefährdenden und umweltgefährdenden Eigenschaften anzusehen. Weitere in der CLP-Verordnung betrachtete Eigenschaften, wie physikalische Gefahren (z.B. explosiv, oxidierend) und ozonschädigende Eigenschaften sind nicht boden- und grundwasserrelevant und werden daher in der stofflichen Prüfung nicht berücksichtigt.

In den Zement- und Kalkwerken Otterbein werden neben natürlichen Roh- und Brennstoffen auch Ersatzbrennstoffe (EBS) und Ersatzrohstoffe eingesetzt. Bei diesen Ersatzstoffen handelt es sich um Abfälle aus Industrie und Gewerbe.

Nach Art. 1, Abs. 3, CLP-Verordnung 1272/2008/EG [7] gelten Abfälle nicht als Stoffe, Gemische oder Erzeugnisse im Sinne dieser Verordnung.

Da die in Tabelle in der Anlage 2 aufgeführten Ersatzbrennstoffe und Ersatzrohstoffe dem Otterbein-Werk als Abfälle angeliefert werden, können diese in den Ausführungen der Stoffprüfung keine Betrachtung finden.

Ebenfalls ausgeschlossen in der weiteren Betrachtung werden die im Werk eingesetzten natürlichen Rohstoffe, wie z.B. Kalkstein und Sand.

Die im Werk hergestellten Produkte stellen Gemische aus verschiedenen Stoffen in variierenden Anteilen dar.

Gemäß der EU-Leitlinie zu Ausgangszustandsberichten [5] sind bei Stoffgemischen die einzelnen chemischen Bestandteile auf ihre gefährlichen Eigenschaften sowie deren jeweilige Anteile im Stoffgemisch zu prüfen.

Die zur Prüfung zu berücksichtigen Stoffe und Stoffgemische, die dazugehörigen Sicherheitsdatenblätter (Anlage 4) sowie die jährlichen Verbrauchsmengen wurden der UCL GmbH durch Zement- und Kalkwerke Otterbein übermittelt.

Die vollständige Auflistung der Stoffe und Stoffgemische mit den jeweiligen Einzelsubstanzen sowie deren gefährliche Eigenschaften (H-Sätze) und Wassergefährdungsklassen (WGK, siehe Kap. 4.3) ist der nachfolgenden Tabelle in der Anlage 2 zu entnehmen.

Die in der Tabelle aufgeführten Einzelstoffe wurden den Stoffdatenblättern entnommen.

4.3 Mengenrelevanz

Als Maßstab für das Potential einer Gefährdung des Bodens und des Grundwassers, die von einem Stoff ausgeht, dient gemäß Arbeitshilfe der LABO [4] die dem Stoff zugeordnete Wassergefährdungsklasse (WGK) in Verbindung mit der jährlich eingesetzten Menge des Stoffes.

Die Zuordnung der Wassergefährdungsklasse zu einem Stoff wird in der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zum Wasserhaushaltsgesetz über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen (Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe – VwVwS) [8] geregelt.

Eine Einstufung erfolgt dabei in die drei Wassergefährdungsklassen WGK 1, WGK 2 und der höchsten Gefährdungsklasse WGK 3.

Eine Liste von Stoffen bzw. Stoffgruppen, denen eine Wassergefährdungsklasse zugordnet worden ist, bieten der Anhang 2 der VwVwS [8], dessen Ergänzungen / Änderungen in der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Änderung der Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe [9] sowie die Internet-Datenbank des Umweltbundesamtes.

Zur Beurteilung des Gefährdungspotentials eines Stoffes empfiehlt die LABO-Arbeitshilfe [4] eine Beurteilungsmatrix, in der Mengenschwellen abgestuft nach Wassergefährdungsklassen aufgeführt sind. Als maßgebliche Mengen sind dabei sowohl Verbrauchsmengen als auch Lagerungs-/Vorratsmengen sowie Durchsätze (in geschlossenen Systemen) hinzuzuziehen. Die Beurteilungsmatrix ist nachfolgend als Tabelle 1 dargestellt.

Tabelle 1: Zuordnung der Mengenschwellen der relevanten Stoffe zu den jeweiligen WGK (nach LABO/LAWA [4])

Verbrauch / Durchsatz / Lagerungskapazität [t / a] oder [m³]	WGK
≥ 0,01	3
≥ 0,1	2
≥ 1	1

Die Ergebnisse der Prüfung der Mengenrelevanz sind der Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2: Ergebnisse der Stoffprüfung, Auflistung der relevanten gefährlichen Stoffe

Art des Stoffs	Stoffname	Inhaltsstoffe	CAS-Nr.	Lagermenge / Verbrauch	WGK	H-Sätze
Hilfsmittel	Eisen (II)-sulfat Monohydrat		17375-41-6	640 t	WGK 1	H302, H315, H319
Mahlhilfsmittel	XT 752	1,1,1-Nitrolotripropan-2-ol	122-20-3	150.000 l	WGK 1	H319, H412
Produkt	Zemente der Serien CEM I - III, HRB 32,5 E		65997-15-1	190.000 t	WGK 1	H315, H317, H318,
Produkt	Portlandzementstaub der Serien CEM I - III, HRB 32,5 E		68475-76-3	9.500 t	WGK 1	H315, H317, H318,
Produkt	Branntkalk	Calciumoxid	1305-78-8	60.000 t	WGK 1	H315, H318, H335
Produkt	Kalkhydrat	Calciumhydroxid	1305-62-0	30.000 t	WGK 1	H315, H318, H335
Produkt	Natürlich hydraulischer Kalk	Calciumhydroxid	85117-09-5	10.000 t	WGK 1	H315, H318, H335

Als Ergebnis der Prüfung der Mengenrelevanz wurden Überschreitungen der LABO-Mengenschwellen für die in der Tabelle 2 aufgeführten Stoffe festgestellt.

Diese Stoffe sind nach den Vorgaben der EU [5] und der LABO [4] im Weiteren als am Standort verwendete, relevante gefährliche Stoffe identifiziert.

4.4 Grundsätzliche Möglichkeit von Stoffeinträgen in den Boden und das Grundwasser

Neben der Prüfung des Gefährdungspotentials der eingesetzten Stoffe sind zusätzlich die tatsächlichen Umstände zu prüfen, unter denen Einträge der Stoffe in den Boden oder das Grundwasser erfolgen können.

Zementklinker, Zement und Kalkprodukte
Der Transport des Klinkers zur Mühle und zu den Silos erfolgt auf eingehausten Transportbädern. Die Möglichkeit von Freisetzungen des Klinkermaterials besteht nur innerhalb der Gebäude, die an den Mahlprozess gekoppelt sind. Die Freisetzung des Zementstaubes ist jedoch als gering anzusehen.

Lagerung und Handhabung (Transport, Abfüllung) im Bereich der Silos und der Verpackung erfolgen ohne größere Stoffverluste.

Die unmittelbare Umgebung der Anlagen ist nahezu vollständig durch Asphalt und Beton versiegelt.

Geringfügige Freisetzungen von Stäuben in die weitere Umgebung sind als unbedenklich für den Boden und das Grundwasser zu beurteilen, da das Material spätestens nach Kontakt mit der Bodenfeuchte abbindet und damit seine Mobilität und sein Gefährdungspotential für den Boden verliert.

Eisen(II)-sulfat und Zinnsulfat
Freisetzungen des pulverförmigen Eisen(II)-sulfates und des ebenfalls pulverförmigen Zinnsulfats sind im Normalbetrieb nicht zu erwarten. Leckagen im Leitungssystem würden durch das Überwachungssystem schnell detektiert werden und können aufgrund der 24-stündigen Besetzung der Schaltzentrale behoben werden. Verluste von Eisen(II)-sulfat und Zinnsulfat innerhalb des geschlossenen Gebäudes lassen keine Möglichkeit von Auswirkungen auf den Boden oder das Grundwasser erkennen. Der Aggregatzustand der Stoffe ermöglicht darüber hinaus eine nahezu rückstandslose Beseitigung von Stoffverlusten an der Oberfläche.

Mahlhilfe
Der unterirdisch eingebaute Mahlhilfetank ist einwandig mit einer Leckschutzauskleidung (Innenhülle) ausgeführt und mit einem Leckanzeiger sowie einem Grenzwertgeber/Überfüllsicherung ausgestattet. Die Rohrleitung zur Zementmühle ist doppelwandig und als selbstüberwachende Saugleitung ausge-

führt. Die Befüllung des unterirdischen Tanks erfolgt über eine flexible doppelwandige Schlauchleitung mit Trockenkupplung, welche mit einem Unterdruck-Leckanzeigegerät ausgestattet ist.

Mit Blick auf die oben genannten Sicherheitsvorrichtungen der unterirdischen Tankanlage sowie der regelmäßigen Überwachung durch einen zertifizierten Fachbetrieb sind Einträge des gelagerten Stoffes in den Boden oder das Grundwasser als nicht wahrscheinlich zu beurteilen.

Fazit

Auf dem Anlagengrundstück der Zement- und Kalkwerke Otterbein ist unter den derzeitigen bzw. zu schaffenden Standortbedingungen nicht davon auszugehen, dass im Normalbetrieb Einträge relevanter gefährlicher Stoffe in den Boden oder das Grundwasser erfolgen.

5 Ergebnisse und Zusammenfassung der Vorprüfung zum AZB

Am Standort der Zement- und Kalksteinwerke Otterbein soll eine Änderung der nach BImSchG genehmigungsbedürftigen Anlage beantragt werden.

Da die Anlage nach Einstufung gemäß 4. BImSchV [6] als IED-Anlage betrieben wird, ist im Rahmen des laufenden BImSchG - Genehmigungsverfahrens ein Ausgangszustandsbericht für das Anlagengrundstück zu erstellen, insofern innerhalb des Anlagengrundstückes relevante gefährliche Stoffe im Sinne des BImSchG [1] verwendet, erzeugt oder freigesetzt werden.

Mit dem vorliegenden Bericht wurde geprüft, ob die in der Produktionsanlage verwendeten Stoffe im Sinne des BImSchG gefährlich und hinsichtlich ihrer Menge relevant sind, und ob unter den derzeitigen Standortbedingungen die Möglichkeit besteht, dass relevante gefährliche Stoffe in den Boden oder das Grundwasser gelangen können.

Im Ergebnis wurden insgesamt 7 Stoffe bzw. Stoffgemische als relevant gefährlich eingestuft.

Zur Prüfung der tatsächlichen Möglichkeit von Einträgen dieser Stoffe wurden die aktuellen bzw. derzeit geschaffenen Standortbedingungen sowie die chemisch-physikalischen Stoffeigenschaften bewertet.

Im Ergebnis ließ sich feststellen, dass Einträge dieser Stoffe in den Boden oder das Grundwasser nicht zu erwarten sind.

In der Folge ergibt sich nach Einschätzung der UCL keine Notwendigkeit, einen Ausgangszustandsbericht für den Anlagenkomplex des ZKW Otterbein zu erstellen.

6 Dokumentenverzeichnis

[1] Bundesrepublik Deutschland: Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG), 15.03.1975, Neufassung durch Bekanntmachung vom 17.05.2013.

[2] Europäische Union: Richtlinie 2010/75/EU des Europäischen Parlaments und des Rates vom 24. November 2010 über Industrieemissionen (integrierte Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung), 24.11.2010.

[3] Bundesrepublik Deutschland. Neunte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über das Genehmigungsverfahren – 9. BImSchV), 18.02.1977, letzte Berichtigung durch Bekanntmachung vom 07.10.2013.

[4] Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Bodenschutz (LABO) in Zusammenarbeit mit der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), Arbeitshilfe zum Ausgangszustandsbericht für Boden und Grundwasser, 07.08.13.

[5] Europäische Union: Amtsblatt der Europäischen Union, C 136, Leitlinien der Europäischen Kommission zu Berichten über den Ausgangszustand gemäß Artikel 22 Absatz 2 der Richtlinie 2010/75/EU über Industrieemissionen, 06.05.2014

[6] Bundesrepublik Deutschland: Vierte Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen – 4. BImSchV), 02.05.2013.

[7] Europäische Union: Verordnung (EG) Nr. 1272/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über die Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Stoffen und Gemischen, zur Änderung und Aufhebung der Richtlinien 67/548/EWG und 1999/45/EG und zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1907/2006, 16.12.2008

[8] Bundesrepublik Deutschland. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Wasserhaushaltsgesetz über die Einstufung wassergefährdender Stoffe in Wassergefährdungsklassen (Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe – VwVwS), 17.05.1999

[9] Bundesrepublik Deutschland. Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Änderung der Verwaltungsvorschrift wassergefährdende Stoffe, 27.07. 2005

Anlage 1 Stoffliste Vorprüfung zum Ausgangszustandsbericht für Boden und Grundwasser

Art des Stoffs	Stoffname	Inhaltsstoffe	EG-Nr.	CAS-Nr.	Stoff nach Artikel 3 CLP-VO	Lagermenge in der Anlage/ Verbrauch [t / a] oder [l]	WGK	Zusätzliche Gefahrenhinweise H- und R-Sätze	Umgang mit dem Stoff in VAwS-Anlagen	Umgang außerhalb von VAwS-gesicherten Anlagen	rgS	Begründung, sofern Stoff als nicht relevant für den AZB angesehen wird	Anwendung	Lagerort
Rohstoff	Kalkstein		215-273-6	1317-65-3	nein	250.000 t	nwg	keine	nein	ja	**nein**	nicht gesundheits- bzw. umweltgefährdend nach CLP	Naturrohstoff	Halde
Rohstoff	Quarzsand	Siliciumdioxid	238-455-4	14808-60-7	nein	18.000 t	nwg	keine	nein	ja	**nein**	nicht gesundheits- bzw. umweltgefährdend nach CLP	Rohstoff	Halde
Rohstoff	Technisches Eisenoxid / Eisenerz		215-168-2	1309-37-1	nein		nwg	keine	nein	ja	**nein**	Abfall, nicht im Geltungsbereich der CLP	Rohstoff	
Rohstoff	REA-Gips (Calcium-Sulfat)		231-900-3	7778-18-9	nein	3.000 t	WGK 1	keine	nein	ja	**nein**	nicht gesundheits- bzw. umweltgefährdend nach CLP	Rohstoff	Gipslager
Rohstoff	Anhydrit		231-900-3	7778-18-9	nein	5.000 t	WGK 1	keine	nein	ja	**nein**	nicht gesundheits- bzw. umweltgefährdend nach CLP	Rohstoff	Gipslager
	Zementmühle / Drehofen													
Rohstoff	Hüttensand / Mehl		266-002-0	65996-69-2	nein	15.000 t	nwg	keine	nein	ja	**nein**	nicht gesundheits- bzw. umweltgefährdend nach CLP	Ersatzrohstoff	Silo
Rohstoff / Abfall	Gießereialtsand		-	-	nein		-				**nein**	Abfall, nicht im Geltungsbereich der CLP	Ersatzrohstoff	Lagerhalle 2
Rohstoff / Abfall	Flugasche		268-627-4		nein		WGK 1	keine	nein	ja	**nein**	Abfall, nicht im Geltungsbereich der CLP	Ersatzrohstoff	Flugasche-Silo
Brennstoff	Braunkohlenstaub		-	-	ja	20.000 t	-	H252	nein	ja	**nein**	nicht gesundheits- bzw. umweltgefährdend nach CLP	Brennstoff	
Brennstoff	Petrolkoksstaub		265-080-3	64741-79-3	nein	15.000 t	nwg	keine	nein	ja	**nein**	nicht gesundheits- bzw. umweltgefährdend nach CLP	Brennstoff	
Brennstoff	Erdgas		232-343-9	8006-14-2	ja	400.000 m³	nwg	H220, H280	nein	ja	**nein**	nicht gesundheits- bzw. umweltgefährdend nach CLP	Brennstoff	
Brennstoff / Abfall	Tiermehl		-	-	nein		-	keine	nein	ja	**nein**	Abfall, nicht im Geltungsbereich der CLP	Brennstoff	
Brennstoff / Abfall	Fluff		-	-	nein		-	keine	nein	ja	**nein**	Abfall, nicht im Geltungsbereich der CLP	Brennstoff	
Hilfsmittel	Harnstofflösung 40%		200-315-5	57-13-6	ja	250.000 l	WGK 1	kein gefährlicher Stoff nach GHS	nein	ja	**nein**	kein gefährlicher Stoff nach GHS	Hilfsmittel	SNCR-Anlage
Hilfsmittel	Eisen (II)-sulfat Monohydrat		231-735-5	17375-41-6	ja	640 t	WGK 1	H302, H315, H319 R22, R36/38	nein	ja	**ja**		Hilfsmittel	Eisen(II)-sulfat-Silo
Hilfsmittel	Zinnsulfat		231-302-2	7488-55-3	ja	0,5 t	WGK 1	H315, H317, H318, H332, H335, H373, H412	nein	ja	**nein**	Mengenschwelle nicht überschritten	Hilfsmittel	Zinnsulfat-Silo
Mahlhilfsmittel	XT 752				ja	150.000 l	WGK 1							
		1,1,1-Nitrolotripropan-2-ol	204-528-4	122-20-3	ja		WGK 1	H319, H412	nein	ja	**ja**		Mahlhilfsmittel	Mahlhilfsmittel / Zementmühle
		Triethanolamin	203-049-8	102-71-6	nein		WGK 1	keine	nein	ja	**nein**	nicht gesundheits- bzw. umweltgefährdend nach CLP		
Produkt	Zement		266-043-4	65997-15-1	ja	190.000 t	WGK 1	H315, H317, H318, H335 R37/38, R41, R43	nein	ja	**ja**		Produkt	Produktsilos
	CEM I 32,5 R		266-043-4	65997-15-1			WGK 1	H315, H317, H318, H335 R37/38, R41, R43						
	CEM I 42,5 R		266-043-4	65997-15-1			WGK 1	H315, H317, H318, H335 R37/38, R41, R43						
	CEM I 52,5 R		266-043-4	65997-15-1			WGK 1	H315, H317, H318, H335 R37/38, R41, R43						
	CEM II A-LL 42,5 N		266-043-4	65997-15-1			WGK 1	H315, H317, H318, H335 R37/38, R41, R43						
	CEM II A-LL 42,5 R		266-043-4	65997-15-1			WGK 1	H315, H317, H318, H335 R37/38, R41, R43						
	CEM II B-LL 32,5 R		266-043-4	65997-15-1			WGK 1	H315, H317, H318, H335 R37/38, R41, R43						
	CEM II B-P 32,5 R		266-043-4	65997-15-1			WGK 1	H315, H317, H318, H335 R37/38, R41, R43						
	CEM III A 42,5 N		266-043-4	65997-15-1			WGK 1	H315, H317, H318, H335 R37/38, R41, R43						
	CEM III B 32,5 N		266-043-4	65997-15-1			WGK 1	H315, H317, H318, H335 R37/38, R41, R43						
	HRB 32, 5 E		266-043-4	65997-15-1			WGK 1	H315, H317, H318, H335 R37/38, R41, R43						
Produkt	Portlandzementstaub		270-659-9	68475-76-3		9.500 t	WGK 1	H315, H317, H318, H335 R37/38, R41, R43	nein	ja	**ja**		Produkt	Produktsilos
	CEM I 32,5 R		270-659-9	68475-76-3			WGK 1	H315, H317, H318, H335 R37/38, R41, R43						
	CEM I 42,5 R		270-659-9	68475-76-3			WGK 1	H315, H317, H318, H335 R37/38, R41, R43						
	CEM I 52,5 R		270-659-9	68475-76-3			WGK 1	H315, H317, H318, H335 R37/38, R41, R43						
	CEM II A-LL 42,5 N		270-659-9	68475-76-3			WGK 1	H315, H317, H318, H335 R37/38, R41, R43						
	CEM II A-LL 42,5 R		270-659-9	68475-76-3			WGK 1	H315, H317, H318, H335 R37/38, R41, R43						
	CEM II B-LL 32,5 R		270-659-9	68475-76-3			WGK 1	H315, H317, H318, H335 R37/38, R41, R43						
	CEM II B-P 32,5 R		270-659-9	68475-76-3			WGK 1	H315, H317, H318, H335 R37/38, R41, R43						
	CEM III A 42,5 N		270-659-9	68475-76-3			WGK 1	H315, H317, H318, H335 R37/38, R41, R43						
	CEM III B 32,5 N		270-659-9	68475-76-3			WGK 1	H315, H317, H318, H335 R37/38, R41, R43						
	HRB 32, 5 E		270-659-9	68475-76-3			WGK 1	H315, H317, H318, H335 R37/38, R41, R43						
	Schachtofen / Kalkveredelung													
Produkt	Branntkalk	Calciumoxid	215-138-9	1305-78-8	ja	60.000 t	WGK 1	H315, H318, H335	nein	ja	**ja**		Produkt	Produktsilos / Lager
Produkt	Kalkhydrat	Calciumhydroxid	215-137-3	1305-62-0	ja	30.000 t	WGK 1	H315, H318, H335	nein	ja	**ja**		Produkt	Produktsilos / Lager
Produkt	Natürlich hydraulischer Kalk	Calciumhydroxid	285-561-1	85117-09-5	ja	10.000 t	WGK 1	H315, H318, H335	nein	ja	**ja**		Produkt	Produktsilos / Lager
Brennstoff	Erdgas		232-343-9	8006-14-2	nein	200.000 m³	nwg	keine	nein	ja	**nein**	nicht gesundheits- bzw. umweltgefährdend nach CLP	Brennstoff	
Brennstoff	Braunkohlenstaub		-	-		7.000 t	-	H252	nein	ja	**nein**	nicht gesundheits- bzw. umweltgefährdend nach CLP	Brennstoff	
Brennstoff	Anthrazit		-	-		3.000 t	-	H252	nein	ja	**nein**	nicht gesundheits- bzw. umweltgefährdend nach CLP	Brennstoff	