

Inspektion von Stahldrahtseilen in Seilgärten

Martin Zeller

Horizontale Sicherungssysteme in Seilgärten werden in den meisten Fällen aus Stahldrahtseilen hergestellt. Auch zum Halten von schweren Elementen werden üblicherweise horizontal gespannte Stahldrahtseile eingesetzt. Eine Besonderheit stellt das Element „Seilbahn“ dar: in der Regel ist das Tragseil der Seilrolle gleichzeitig auch das Sicherungsseil und hat damit eine entsprechend hohe sicherheitstechnische Relevanz.

Schäden an Stahldrahtseilen entstehen durch

- a) betrieblichen Verschleiß (Abrieb und / oder Verformung)
- b) nicht fachgerechte Verarbeitung (mangelhafte Endverbindungen, mangelhafte Montage, etc.)
- c) Witterungseinflüsse

oder aus einer Kombination der oben aufgeführten Ursachen.

Werden Schäden an Stahldrahtseilen zu einem Sicherheitsrisiko, müssen sie abgelegt werden. Kriterien zur Ablegereife sind z.B. in der Norm für Kranseile ISO 4309, sowie in Fachliteratur zu finden. Problematisch ist die Übertragung von Kriterien welche für die **übliche Nutzung von Stahldrahtseilen**, nämlich das **Heben und Bewegen von Lasten** entwickelt wurden, auf den Bereich der Seilkletteranlagen, in welchen Personen damit gegen Absturz gesichert werden.

Betrachtet man die üblicherweise in Seilgärten eingesetzten Typen von Stahldrahtseilen, so stellt man fest, dass z.B. für Seilbahnen keineswegs für diesen Zweck hergestellte, vergütete und verdichtete Stahldrahtseile (siehe hierzu Kapitel „Typen von Stahldrahtseilen“), sondern einfache Seiltypen, wie z.B. 6x19 WSC eingesetzt werden. Dem Autor wurde als Grund für die Anschaffung ausnahmslos der günstige Einkaufspreis genannt.

Da es sich bei dem am häufigsten in Seilgärten eingesetzten Typen 6x19 bzw. 7x19 um klassische Seile zum Heben von Lasten handelt, muss man deren **Einsatz im Sicherungssystem als nicht bestimmungsgemäßen Einsatz** ansehen. Grundsätzlich gilt: für

Materialien und Geräte, welche nicht bestimmungsgemäß eingesetzt werden, müssen spezifische Kriterien zur Beurteilung ihrer Betriebsfestigkeit entwickelt werden.

Beurteilung der Betriebsfestigkeit und Feststellung von Schäden

Die Inspektion von Stahldrahtseilen in Seilgärten wird in der aktuell gültigen Norm EN 15567:2007 unter Verweis auf die Norm für Kranseile ISO 4309:2004, *Cranes — Wire ropes — Care, maintenance, installation, examination and discard, Anhang D* geregelt. Der Verweis auf diese Norm entstand in Ermangelung eines besser geeigneten Prüfprogramms, welches die speziell in Seilgärten auftretenden Schäden an Stahldrahtseilen behandeln sollte.

Die in Seilgärten auftretenden Belastungen und Schäden von Stahldrahtseilen unterscheiden sich deutlich von den spezifischen Belastungen und Schäden in Kranseilen

Nach zwischenzeitlich 5 Jahren Erfahrung in der Anwendung der damals neu geschaffenen Norm für Seilgärten wird festgestellt, dass es einer zutreffenden Anforderung an die Inspektion von Stahldrahtseilen in Seilgärten bedarf.

Die in Seilgärten auftretenden Belastungen und Schäden von Stahldrahtseilen unterscheiden sich deutlich von den spezifischen Belastungen und Schäden in Kranseilen:

1. Die axialen Zugbelastungen sind deutlich geringer.
2. Die für Kranseile typische Dauerbiegung ist überhaupt nicht vorhanden.
3. Es handelt sich bei Sicherungsseilen um eine völlig andere Anwendungsklasse (nicht Heben von Lasten, sondern Sicherung von Personen gegen Absturz).
4. Bei der Montage von Stahldrahtseilen in Seilgärten werden häufig Bau- und Konstruktionselemente eingesetzt, welche zu äußeren Schäden an den Seilen führen.

5. Die Verarbeitung von Stahldrahtseilen (Anschlagen, Endverbindungen, Augen, Seilkreuzungen, etc.) erfolgt meistens außerhalb der spezifischen Normen und Verarbeitungsvorschriften für Drahtseile.

Um eine fachgerechte Inspektion von Stahldrahtseilen in Seilgärten ableiten zu können, sollten zunächst die Hochseilgärten und Kletterwälder auf folgende Kriterien hin untersucht werden:

- Welche Seilarten werden üblicherweise eingesetzt?
- Welche typische Schäden können festgestellt werden?
- Wie können die Schäden klassifiziert werden?
- Wie sicherheitsrelevant sind die unterschiedlichen Schäden für den Betrieb eines Seilgartens?
- Welche Kriterien werden für die Ablegereife vereinbart?
- Welche Besonderheiten sind bei der Inspektion zu beachten?

Stahldrahtseile in Seilgärten

In Hochseilgärten und Kletterwäldern werden unterschiedliche Arten von Stahldrahtseilen teilweise nebeneinander eingesetzt.

Sie unterscheiden sich durch

- > Aufbau (Drähte, Litzen)
- > Typ (drehungsarm, nicht drehungsarm)
- > Stärke
- > Schlagrichtung
- > weitere Verarbeitung
- > Korrosionsschutz.

Die häufigsten Typen sind:

6x7 WSC nach DIN 12385-4 mit Kreuzschlag rechts sZ, auf dem Foto oben



1x19 mit Z-Schlag („Spiralseil“), auf dem Foto unten

6x37 WSC nach DIN 12385-4 mit
Kreuzschlag rechts sZ
oder Gleichschlag zZ.

Alle Seile üblicherweise in den
Stärken 10 mm und 12mm in
verzinkter Ausführung.

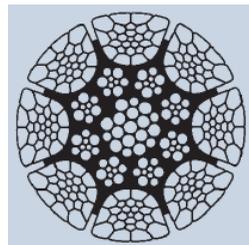


Zunehmend häufiger werden
gehämmerte Seile eingesetzt,
vor allem wegen der Laufruhe
von Seilrollen.



Anmerkung: gehämmerte
Drahtseile wurden erstmals ca.
1940 in den USA hergestellt für
Forstarbeiten, damit sich die
äußeren Drähte bei einer langen Nutzlänge nicht mehr so stark
mit den Bäumen verhaken, an denen das Seil entlang geführt
wurde. Für Hebezwecke wurde dieser Seiltyp schließlich wegen
der Zerstörung der inneren Drähte beim Hämmern verboten,
heute sind gehämmerte Drahtseile **mit Kunststoffseele** wieder
zugelassen.

Achtung: gehämmerte Drahtseile dürfen
nicht mit verdichteten und vergüteten
Stahldrahtseilen, welche z.B. für
Kabinenbahnen hergestellt werden (siehe
Grafik), verwechselt werden!



Typische Schäden von Stahldrahtseilen in Seilgärten

Anmerkung: die Klassifizierung erfolgte in feiner und abstrakter Abstufung von 1 = geringer Schaden über 5 = erheblicher Schaden bis 9 = Totalversagen.

Abbildung	Schaden- klasse	Beschreibung des Schadens
	1	Oberflächliche Korrosion durch Witterungseinflüsse an einem <u>Halteseil</u>
	1	Abrieb und Verdichtung (plastische Verformung) der äußeren Drähte ohne Drahtbruch eines <u>Halteseils</u>
	2	Leichter Abrieb der äußeren Drähte ohne plastische Verformung und ohne Drahtbrüche in einem <u>Seilbahnseil</u>
	2	Knicken (plastische Verformung) eines <u>Halteseils</u>
	2	Drahtbrüche in einem <u>Halteseil</u> durch nicht fachgerechte Verarbeitung oder äußere Krafteinwirkung



2	Verdichtung (plastische Verformung) der äußeren Drähte in einem <u>Sicherungsseil</u> durch Kerbwirkung
---	---



2	Massive Korrosion durch Witterungseinflüsse an einem <u>Halteseil</u>
---	---



3	Leichter Abrieb und Verdichtung (plastische Verformung) der äußeren Drähte ohne Drahtbrüche in einem <u>Seilbahnseil</u>
---	--



3	Oberflächliche Korrosion durch Witterungseinflüsse an einem <u>Sicherungsseil</u>
---	---



3	Massive Korrosion eines Abbunds an einem <u>Sicherungsseil</u>
---	--



3	Verletzungsgefahr durch nicht fachgerechte Verarbeitung
---	---



3	Knickstellen <u>ohne</u> Deformation des Seilkörpers in einem <u>Sicherungsseil</u>
---	---



4	Knickstellen <u>mit</u> Deformation des Seilkörpers in einem <u>Sicherungsseil</u>
---	--



4	Drahtbrüche der äußeren Drähte in einem <u>Sicherungsseil</u> durch Kerbwirkung
---	---



4	Massive Korrosion an einem <u>Sicherungsseil</u>
---	--



4	Fortgeschrittene Korrosion unter einer Kunststoffumhüllung an einem <u>Sicherungsseil</u>
---	---



5	Abnutzungserscheinungen mit individuellem Drahtbruch an einem <u>Sicherungsseil</u> ausserhalb der Reichweite von Teilnehmern
---	---



5	Abnutzungserscheinungen mit individuellem Drahtbruch und Deformation desselben an einem <u>Halteseil</u>
---	--



5

Litzenbruch aufgrund von Auflagerdruck in einem Halteseil



5

Litzenbruch in einem Halteseil wegen Kerbwirkung, Dauerbiegung und / oder Relativbewegungen



5

Drahtbrüche der äußeren Drähte in einem Sicherungsseil wegen fehlender Kausche



6

Elektrokorrosion der äußeren und inneren Drähte in einem Sicherungsseil



6

Abnutzungserscheinungen mit einzelner Drahtbruch und Deformation desselben an einem Sicherungsseil



6

Abnutzungserscheinungen mit einzelner Drahtbruch an einem Seilbahnseil



7	Abnutzungserscheinungen mit mehreren Drahtbrüchen in einem <u>Sicherungsseil</u>
---	--



7	Deformation des Drahtseilkörpers eines <u>Seilbahnseils</u> z.B. durch Torsion
---	--



7	Abnutzungserscheinungen mit einzelner Drahtbruch und Deformation desselben an einem <u>Seilbahnseil</u>
---	---



8	Litzenbruch in einem <u>Sicherungsseil</u>
---	--



8	Potenzielle Gefahr des Totalversagens durch nicht fachgerechte Verarbeitung eines <u>Sicherungs- oder Abspannseils</u>
---	--



9	Totalversagens durch nicht fachgerechte Verarbeitung eines <u>Sicherungsseils</u>
---	---

Relevanz von Schäden an Stahldrahtseilen in Seilgärten

Grundsätzlich muss unterschieden werden in

A) unmittelbar sicherheitsrelevante Komponenten

z.B. nicht redundante Sicherungsseile / Seilbahnseile oder Drahtseile in Reichweite des Teilnehmers, Halteseile von schweren Elementen

B) mittelbar sicherheitsrelevante Komponenten

z.B. redundante Sicherungsseile oder Drahtseile außerhalb der Reichweite des Teilnehmers

C) weniger sicherheitsrelevante Komponenten

z.B. Halteseile von Elementen

D) nicht sicherheitsrelevante Komponenten

Bestimmung der Ablegereife

Aus der Kombination der Schadenklasse und der Relevanz des Schadens für die Betriebssicherheit lässt sich ein Schema ableiten, das für die Bestimmung der Ablegereife tauglich ist.

Anmerkung: die oben von 1 bis 9 fein unterteilten Schadenklassen werden nun aus Gründen der Praktikabilität in **fünf Klassen** zusammengefasst:

Klasse 1: Oberflächliche Korrosion

Klasse 1: Abrieb mit geringem Querschnittsverlust der Drähte

A) Unmittelbar sicherheitsrelevante Komponenten z.B. Seilbahnseile oder Sicherungsseile in Reichweite des Teilnehmers, Halteseile von schweren Elementen	B) Mittelbar sicherheitsrelevante Komponenten z.B. Sicherungsseile außerhalb der Reichweite des Teilnehmers	C) Weniger sicherheitsrelevante Komponenten z.B. Halteseile von leichten Elementen
geringer Mangel	geringer Mangel	geringer Mangel

Klasse 2: Abrieb mit erheblichem Querschnittsverlust der Drähte

Klasse 2: Externe Schäden durch Reibung oder Kerbwirkung

Klasse 2: Knickstellen und Verwindungen (plastische Verformung)

A) Unmittelbar sicherheitsrelevante Komponenten z.B. Seilbahnseile oder Sicherungsseile in Reichweite des Teilnehmers, Halteseile von schweren Elementen	B) Mittelbar sicherheitsrelevante Komponenten z.B. Sicherungsseile außerhalb der Reichweite des Teilnehmers	C) Weniger sicherheitsrelevante Komponenten z.B. Halteseile von leichten Elementen
erheblicher Mangel	erheblicher Mangel	geringer Mangel

Klasse 3: bis 3 Drahtbrüche / Laufmeter

Klasse 3: Korrosion mit erheblichem Querschnittsverlust der Drähte

A) Unmittelbar sicherheitsrelevante Komponenten z.B. Seilbahnseile oder Sicherungsseile in Reichweite des Teilnehmers, Halteseile von schweren Elementen	B) Mittelbar sicherheitsrelevante Komponenten z.B. Sicherungsseile außerhalb der Reichweite des Teilnehmers	C) Weniger sicherheitsrelevante Komponenten z.B. Halteseile von leichten Elementen
Ablegen	erheblicher Mangel	geringer Mangel

Klasse 4: mehr als 3 Drahtbrüche /Laufmeter

A) Unmittelbar sicherheitsrelevante Komponenten z.B. Seilbahnseile oder Sicherungsseile in Reichweite des Teilnehmers, Halteseile von schweren Elementen	B) Mittelbar sicherheitsrelevante Komponenten z.B. Sicherungsseile außerhalb der Reichweite des Teilnehmers	C) Weniger sicherheitsrelevante Komponenten z.B. Halteseile von leichten Elementen
Ablegen	Ablegen	erheblicher Mangel

Klasse 5: Litzenbruch

A) Unmittelbar sicherheitsrelevante Komponenten z.B. Seilbahnseile oder Sicherungsseile in Reichweite des Teilnehmers, Halteseile von schweren Elementen	B) Mittelbar sicherheitsrelevante Komponenten z.B. Sicherungsseile außerhalb der Reichweite des Teilnehmers	C) Weniger sicherheitsrelevante Komponenten z.B. Halteseile von leichten Elementen
Ablegen	Ablegen	Ablegen

Besonderheiten bei der Beurteilung von Schäden an Stahldrahtseilen in Seilgärten

Die Ummantelung eines Drahtseils muss –falls nicht verschiebbar- aufgeschnitten werden, um das Ausmaß der Korrosion darunter feststellen zu können.

Mit Kunststoff ummantelte Stahldrahtseile dürfen aufgrund der sich bildenden Staunässe und wegen der Schwierigkeiten bei der Inspektion nicht als sicherheitsrelevante Komponenten eingesetzt werden.



Abspannseile sind manchmal mit Umgebungsmaterial bedeckt, was die Korrosion forciert. Alle Komponenten des Tragwerksystems müssen freigelegt werden, um das Ausmaß der Korrosion feststellen zu können.



In Kletterwäldern ist das „Einwachsen“ von Anschlägen oder an Bäumen anliegenden Drahtseilen vorprogrammiert.

Eine fachgerechte Inspektion ist ab einem festzulegenden Stadium der Überwallung nicht mehr möglich.

