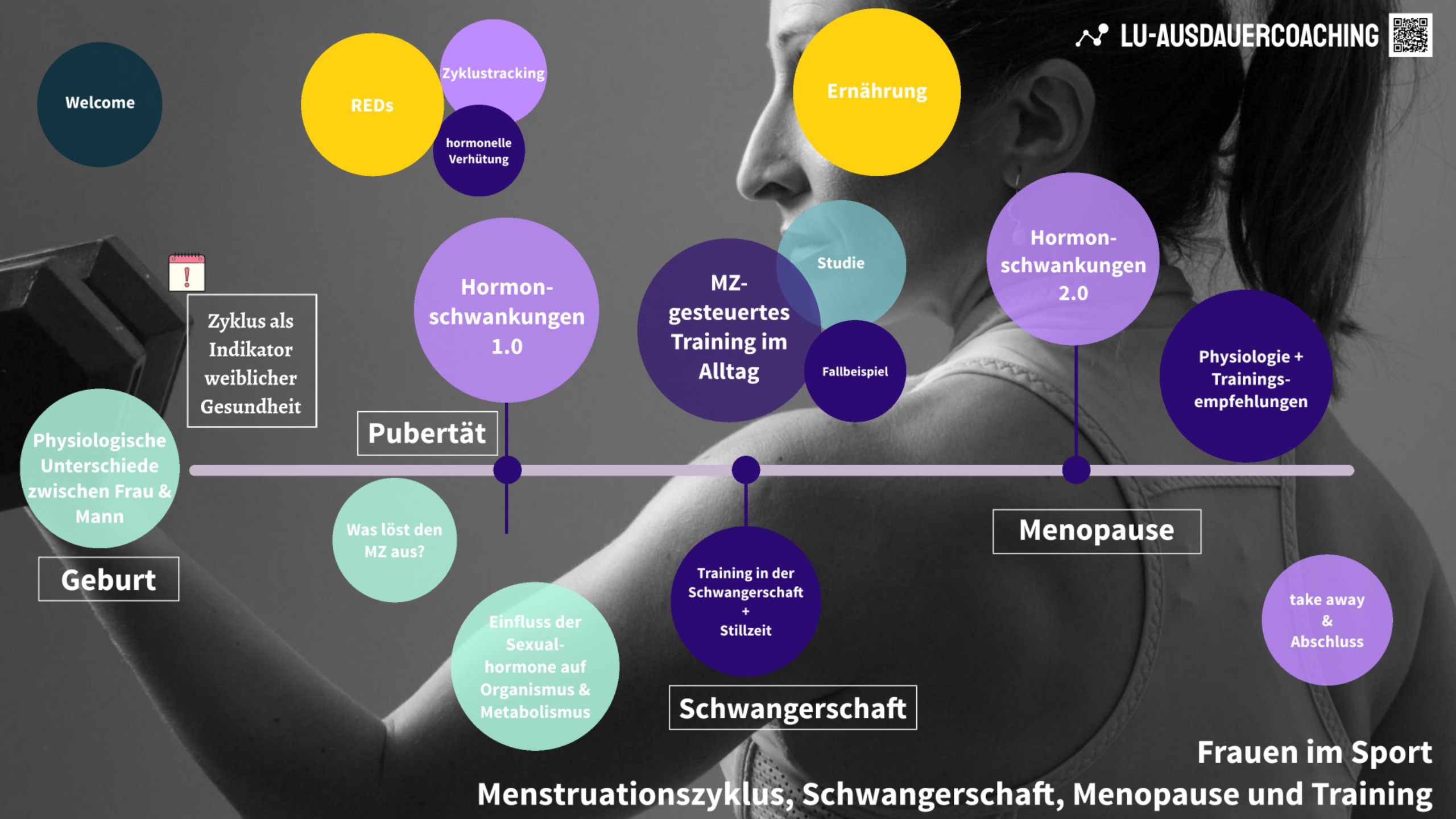




Frauen im Sport

Menstruationszyklus, Schwangerschaft, Menopause und Training



kurz zu mir

**und jetzt zu
euch**

Herzlich Willkommen

Laura-Sophie Usinger

*1993



Sportwissenschaft B.A. Frankfurt
Sportmanagement M.A. Darmstadt



20 Jahre Leistungssportlerin im
Turnen und Triathlon



Arbeit in der Leistungsdiagnostik (>8 Jahre)



selbstständig im Coaching
(Pro-) Triathlet:innen

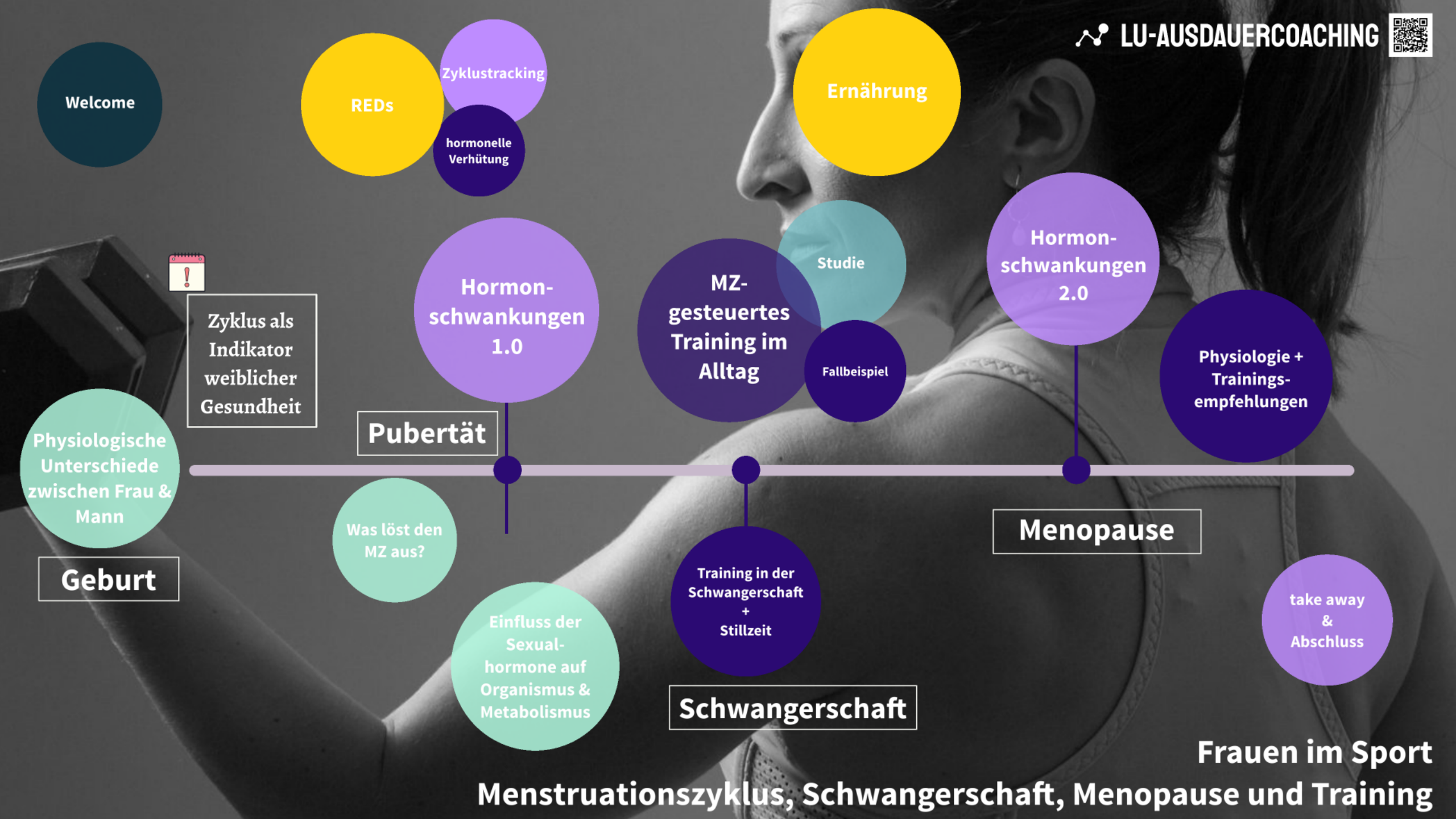
u.a. Jan Stratmann, Franz Löschke, Nils
Frommhold, Anna-Lena Best-Pohl, Kati Krüger
(Pro-) Biathleten

Trailläufer

+ Wissenschaftskommunikation

+ Sporternährungsberatung



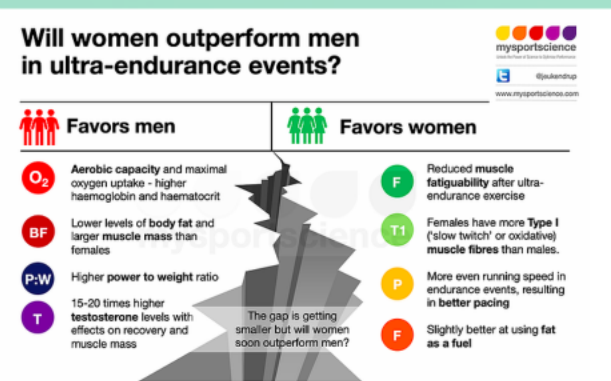


Frauen im Sport

Menstruationszyklus, Schwangerschaft, Menopause und Training

Frauen haben von Geburt aus...

- XX-Chromosom -> weibliches Geschlecht
- kleineres Herz
- kleinere Lunge
- geringere Sauerstofftransportkapazität (weniger Hämoglobin)
- Unterschiede in Hüft- und Schultergelenken und im Körperschwerpunkt
- mehr Proteine in den Mitochondrien um freie Fettsäuren leichter verstoffwechseln zu können



Will women outperform men in ultra-endurance events?



Favors men



Aerobic capacity and maximal oxygen uptake - higher haemoglobin and haematocrit



Lower levels of **body fat** and larger **muscle mass** than females



Higher **power to weight** ratio



15-20 times higher **testosterone** levels with effects on recovery and muscle mass



Favors women



Reduced **muscle fatiguability** after ultra-endurance exercise



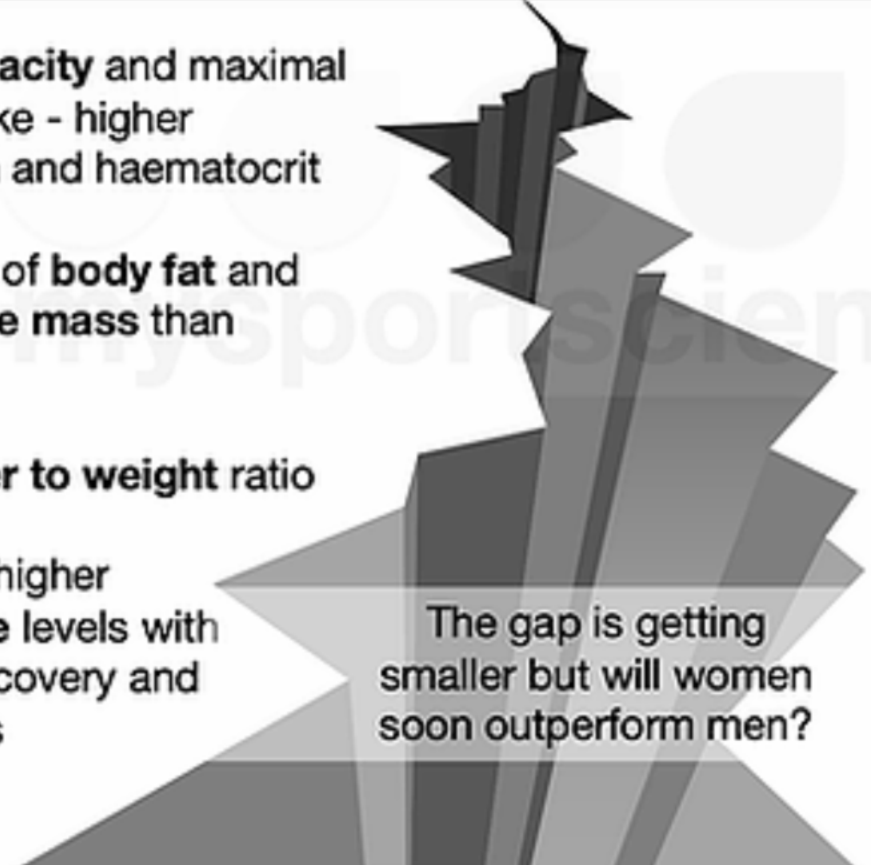
Females have more **Type I** ('slow twitch' or oxidative) **muscle fibres** than males.



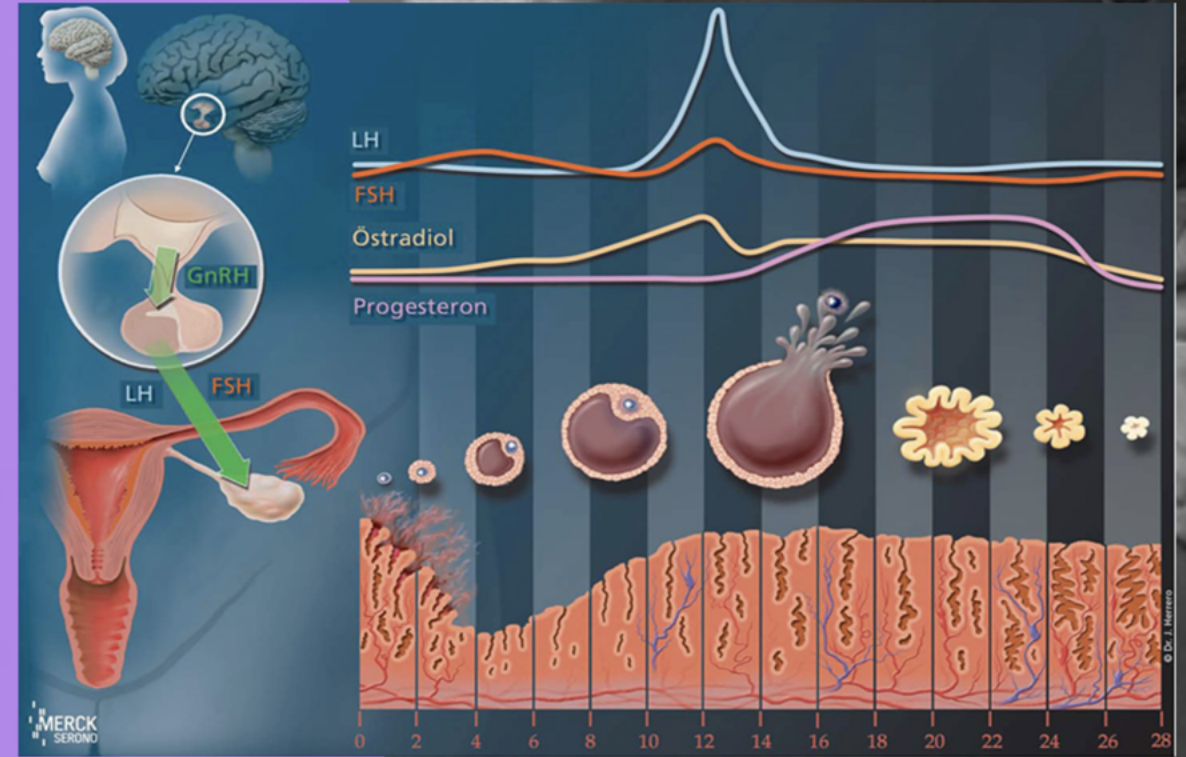
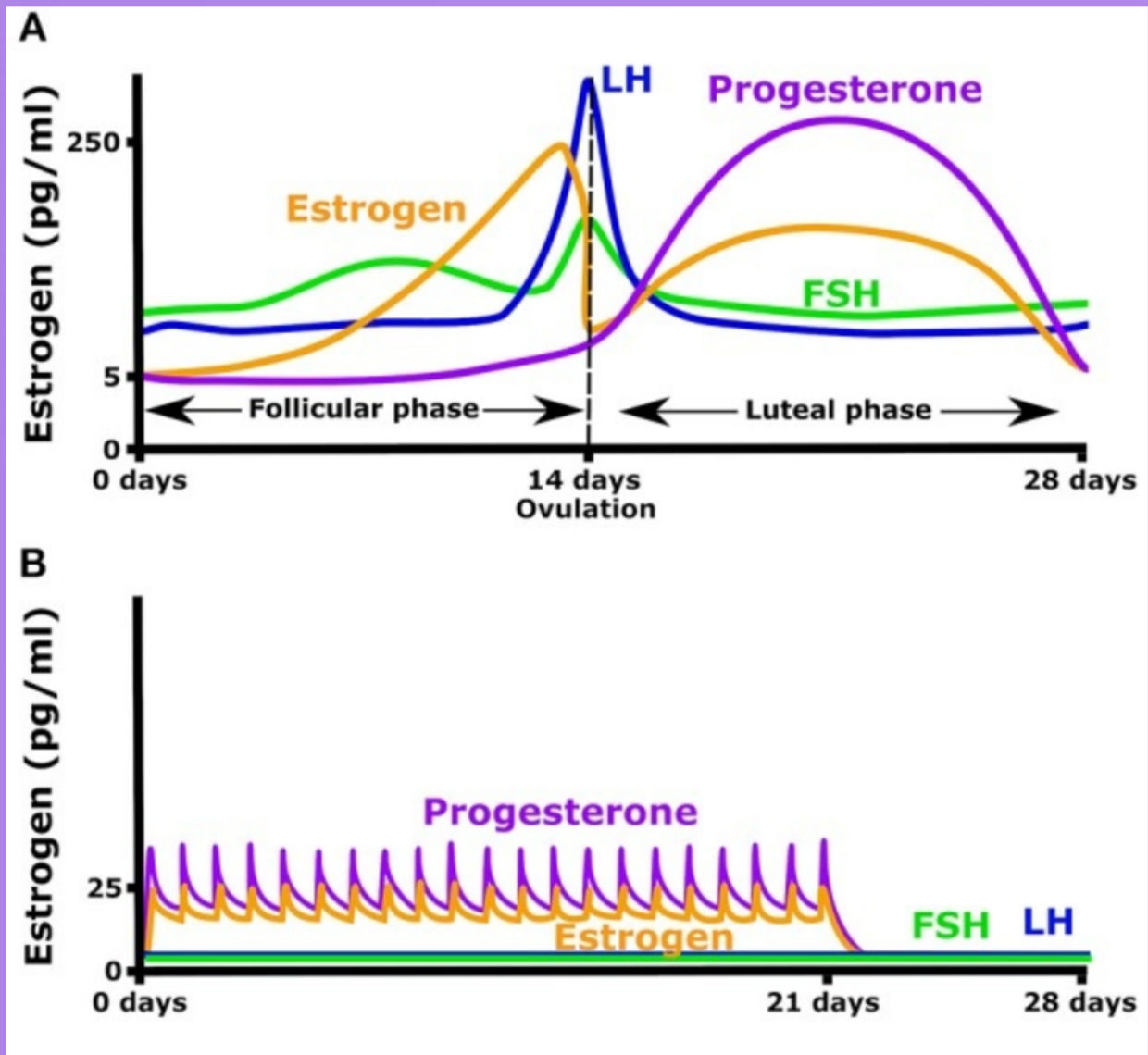
More even running speed in endurance events, resulting in **better pacing**



Slightly better at using **fat as a fuel**



The gap is getting smaller but will women soon outperform men?



Chidi-Ogbolu&Barr (2019)



Hypothalamus

GnRH

Hypophyse

LH

FSH

Eierstöcke

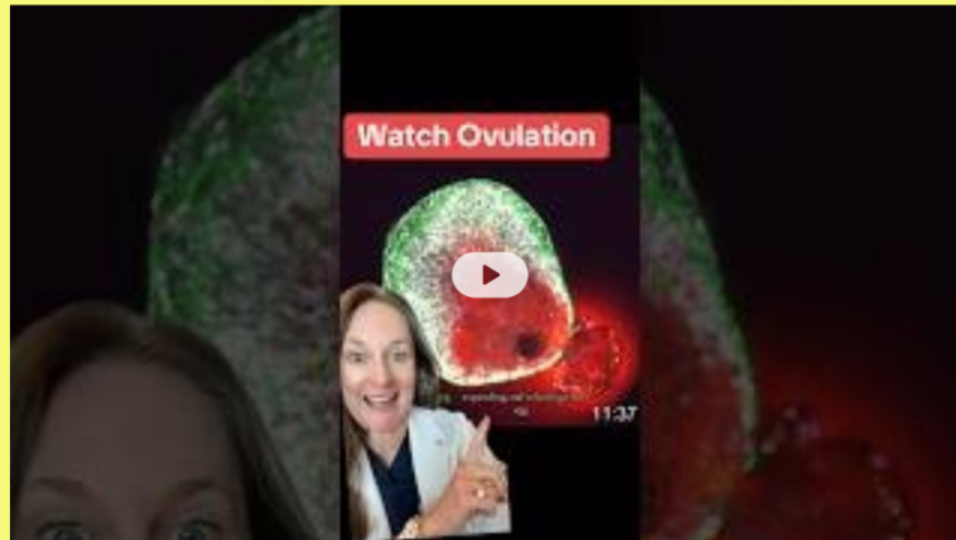


Östrogen

Progesteron

Androgene

Video



Übersicht Kontrazeptiva

SEHR WIRKSAM 99%	WIRKSAM 91-94%	WENIG WIRKSAM 72-82%	NOTFALL VERHÜTUNG
 Kupferhaltiges Intrauterinpessar ⌚ 5 Jahre	 Antibabypille ⌚ Täglich	 Kondom ⌚ Vor dem Sex	 Pille danach Levonorgestrel ⌚ Möglichst früh Max. 72h nach dem Sex
 Hormonhaltiges Intrauterinpessar ⌚ 3 bzw. 5 Jahre	 Verhütungsring ⌚ 1 Monat	 Coitus Interruptus ⌚ Beim Sex	 Pille danach Ulipristalacetat ⌚ Möglichst früh Max. 120h nach dem Sex
 Hormonhaltiges Implantat ⌚ 3 Jahre	 Verhütungspflaster ⌚ Wöchentlich	 Diaphragma ⌚ Vor dem Sex	
 Sterilisation ⌚ Für immer	 Spritze ⌚ 3 Monate	 Selbst Beobachtung ⌚ Täglich	 Kupferspirale danach ⌚ Max. 5 Tage nach dem Sex
Weniger als 1 Schwangerschaft pro 100 Frauen/1 Jahr	6-9 Schwangerschaften pro 100 Frauen/1 Jahr	Über 18 Schwangerschaften pro 100 Frauen/1 Jahr	Nur für den Notfall vorgesehen
⚙️ Hormonfrei 🛡️ Schützt vor Geschlechtskrankheiten			

Inzidenz von ungewollten Schwangerschaften im ersten Anwendungsjahr pro 100 Frauen bei typischer Anwendung. Wiegetz I, Thaler CJ: Hormonal contraception: what kind, when, and for whom? Dtsch Arztebl Int 2011; 108(28-29): 495-506. DOI: 10.3238/arztebl.2011.0495

Vor- und Nachteile der "Pille"

Effekte von oralen Kontrazeptiva auf die Leistungsfähigkeit

Wirkung der Pille

Effekte von oralen Kontrazeptiva auf die Kraftfähigkeit

Kupfer-
spirale

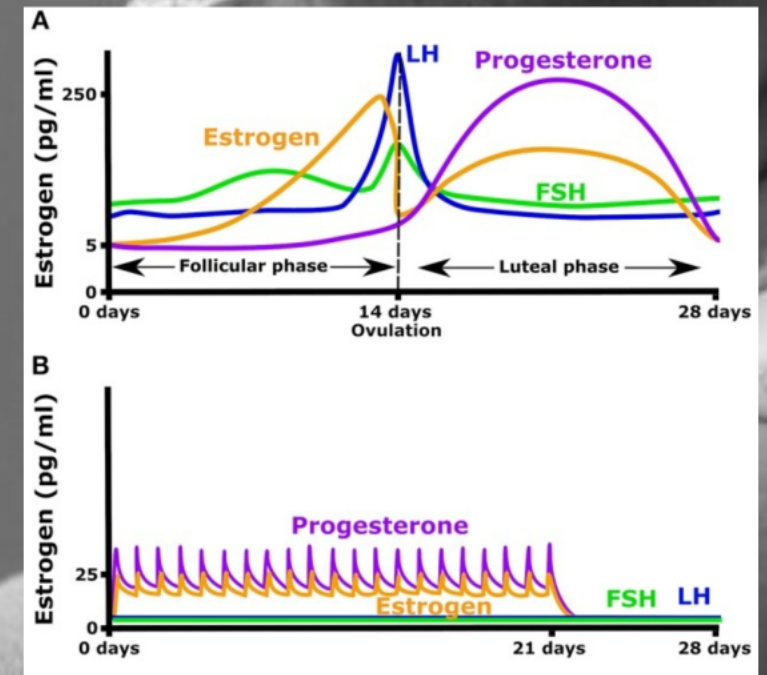
Hormon-
spirale

Wirkmechanismen

negative Rückkopplung:
Suppression der GnRH-Freisetzung im Hypothalamus
--> verminderte hypophysäre LH- und FSH-Ausschüttung

1. verhindernd die Reifung einer Eizelle --> Eisprung
2. verdicken den Schleim am Gebärmutterhals --> Weg für Spermien wird erschwert
3. Aufbau der Gebärmutterschleimhaut wird vermindert --> Eizellen können sich nicht einnisten

Wirkung
verschiedener
Gestagenpräparate



Vor- und Nachteile





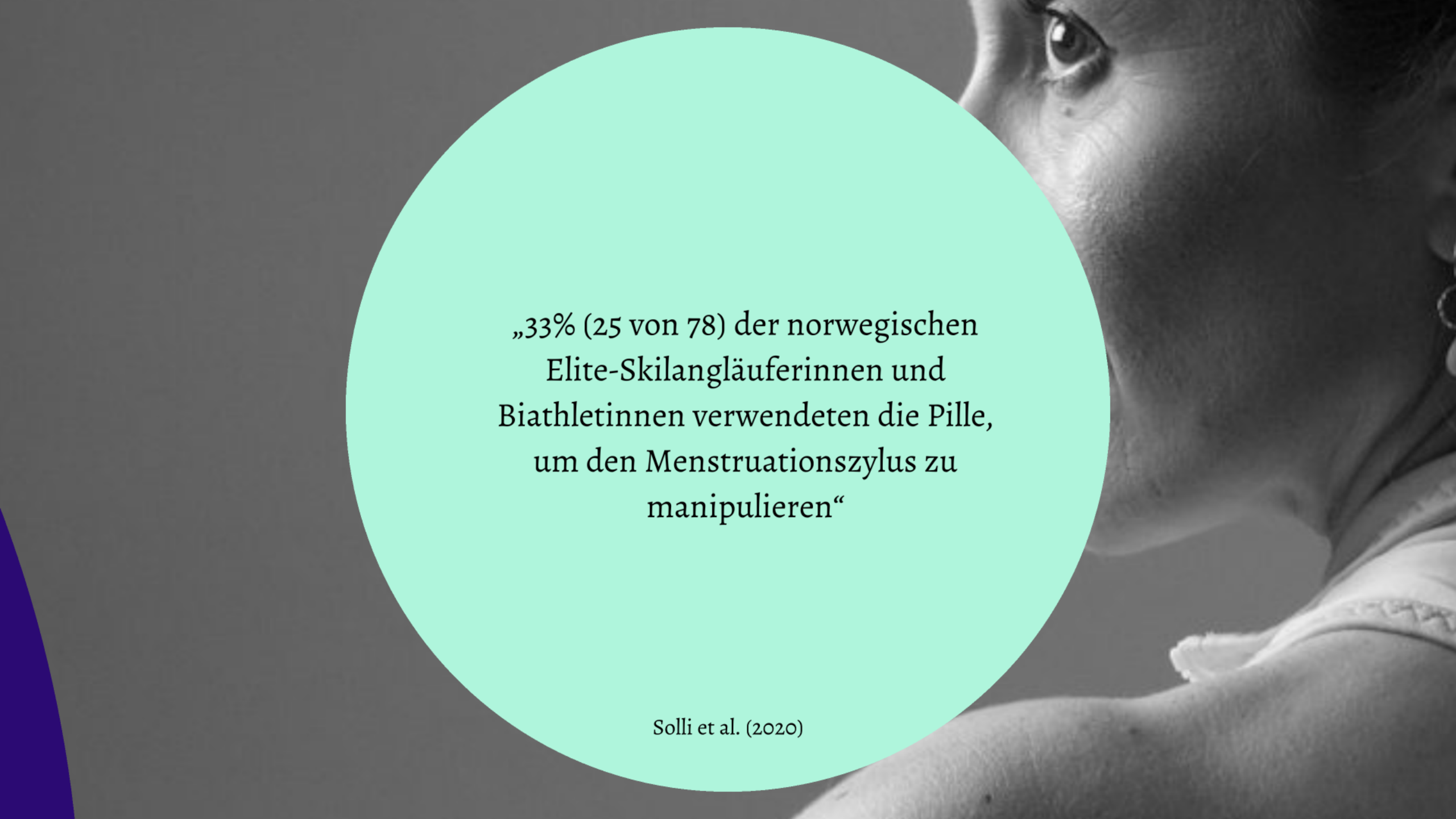
Wahrnehmung der Sportlerinnen

Vorteile

- ☒ Zykluskontrolle
- ☒ Schutz vor Knochenverlust
- ☒ Verhütung
- ☒ Reduktion (prä-)menstrueller Beschwerden
- ☒ Verbesserung der Regeneration durch stabile Hormonspiegel???
- ☒ ggf. reduziertes Verletzungsrisiko

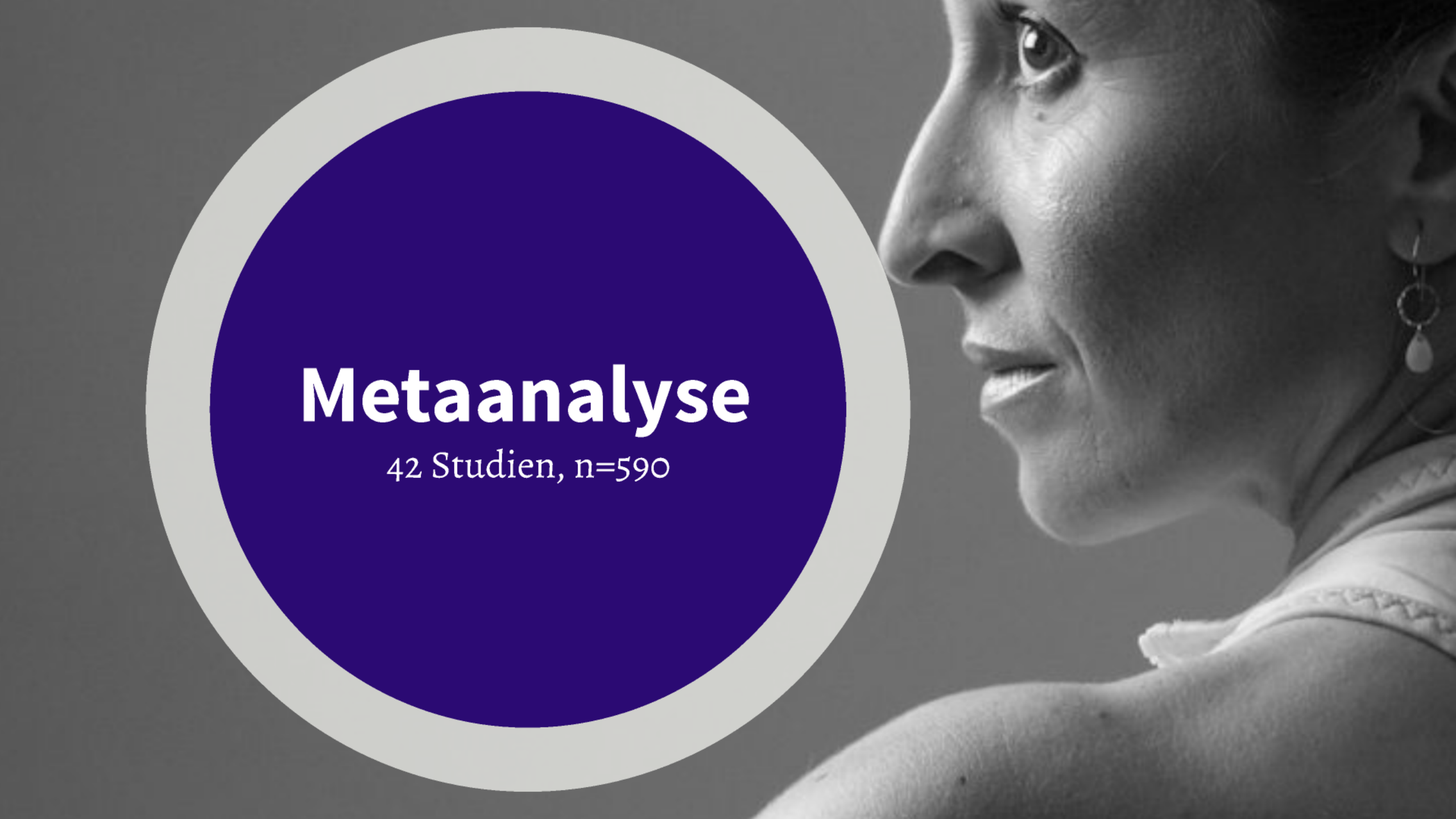
Nachteile

- ☒ Veränderung der Leistungsfähigkeit
- ☒ Wassereinlagerungen
- ☒ Gewichtszunahme
- ☒ Beeinträchtigung der Proteinbiosynthese -> ggf. längere Erholung nach intensivem Training
- ☒ erhöhtes Thromboserisiko
- ☒ Beeinflussung Wärmemanagement
- ☒ fehlende Zyklusphasen-Anpassung



„33% (25 von 78) der norwegischen
Elite-Skilangläuferinnen und
Biathletinnen verwendeten die Pille,
um den Menstruationszyklus zu
manipulieren“

Solli et al. (2020)



Metaanalyse

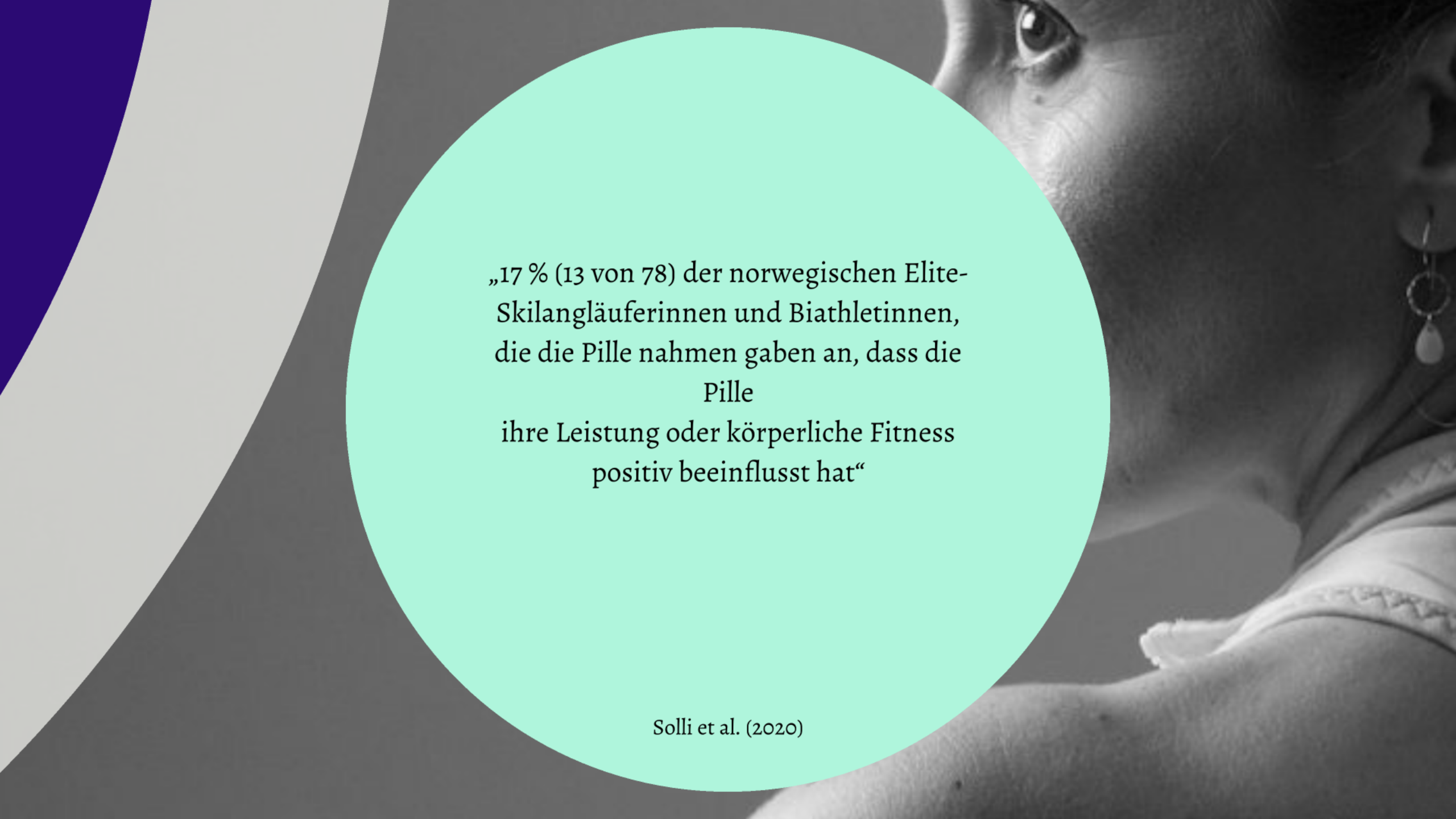
42 Studien, n=590

- Auswirkungen von oK auf sportliche Leistung schwer zu interpretieren (fehlende Standardisierung der oK...)
- nur 17 % hoch-qualitative Studien



Einnahme von oK führt im Vergleich zu Frauen mit natürlicher Menstruation Ø zu einer geringfügig schlechteren körperlichen Leistungsfähigkeit (ABER: trivialer Effekt)

Wahrnehmung der Sportlerinnen



„17 % (13 von 78) der norwegischen Elite-
Skilangläuferinnen und Biathletinnen,
die die Pille nahmen gaben an, dass die
Pille
ihre Leistung oder körperliche Fitness
positiv beeinflusst hat“

Solli et al. (2020)

**Sung et al.
(2022)**





Gibt es unterschiedliche Reaktionen auf Krafttraining bei Frauen mit normaler Menstruation vs. oralen Kontrazeptiva?

n=74, oK=34, keine oK=40; Alter: 20-30 J.



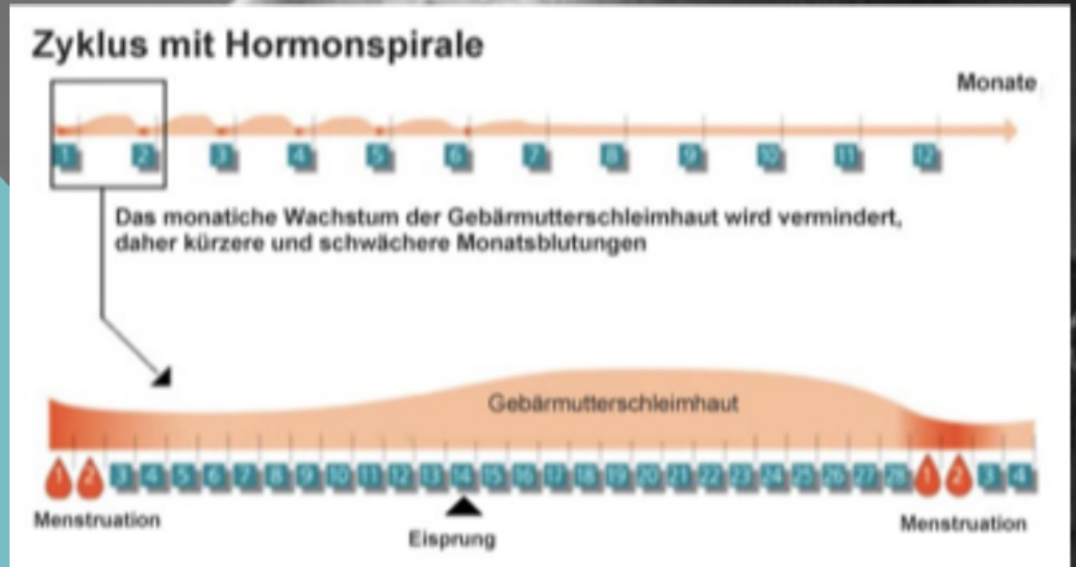
nach 12-wö. Krafttraining: ähnliche Auswirkungen auf Muskelkraft, -dicke, -fasergröße und -zusammensetzung unabhängig von oK

Vorteile

- **reduzierte systemisch Nebenwirkungen** (wie **Gewichtszunahme** und **Stimmungsschwankungen**)
- Reduktion von PMS
- weniger menstruationsbedingte Einschränkungen erhöhen die Leistungsfähigkeit
- **weniger östrogenbedingten Nebenwirkungen** (Thrombosen, Migräne)

Nachteile

- **Einlageverfahren** und **Schmerzen**
 - ggf. unregelmäßige/
Zwischenblutungen
- **Verrutschen der Spirale**
- hormonelle Nebenwirkungen
möglich



Vorteile

hormonfreie Verhütung

Kein Einfluss auf Ausdauer
und Muskelkraft

Erhaltung eines natürlichen Zyklus

Amenorrhoe wird schnell
erkannt

Nachteile

Dys- und Hypermenorrhoe

Schmerzen nach Einlage und

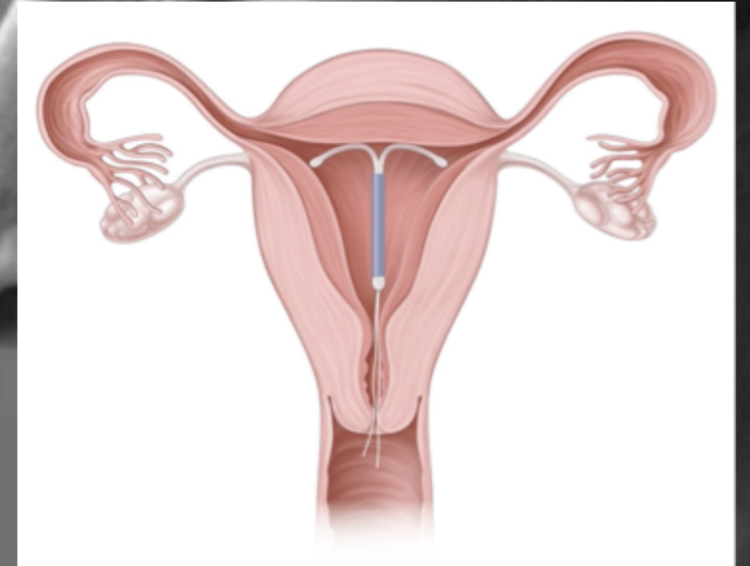
Infektionsrisiko

PMS, Akne,

Menstruationsschmerzen

Reaktionen auf Kupfer

Pearl-Index höher (PI: 0,3–3)



REDs = relatives Energiedefizit im Sport

Less calories
Less energy
Less connection
Less interest
Less sociable
Less mental space
Less flexible
Less hope
Less regulation
Less joy

instagram: eatingdisordertherapyla

Definition

**Auswirkungen
von RED-S**

**Prävalenz von
RED-S**

Diagnostik

Therapie

Prävention

REDs = relatives Energiedefizit im Sport

Ein **Syndrom** beeinträchtigter
physiologischer und/oder psychologischer
Funktionen

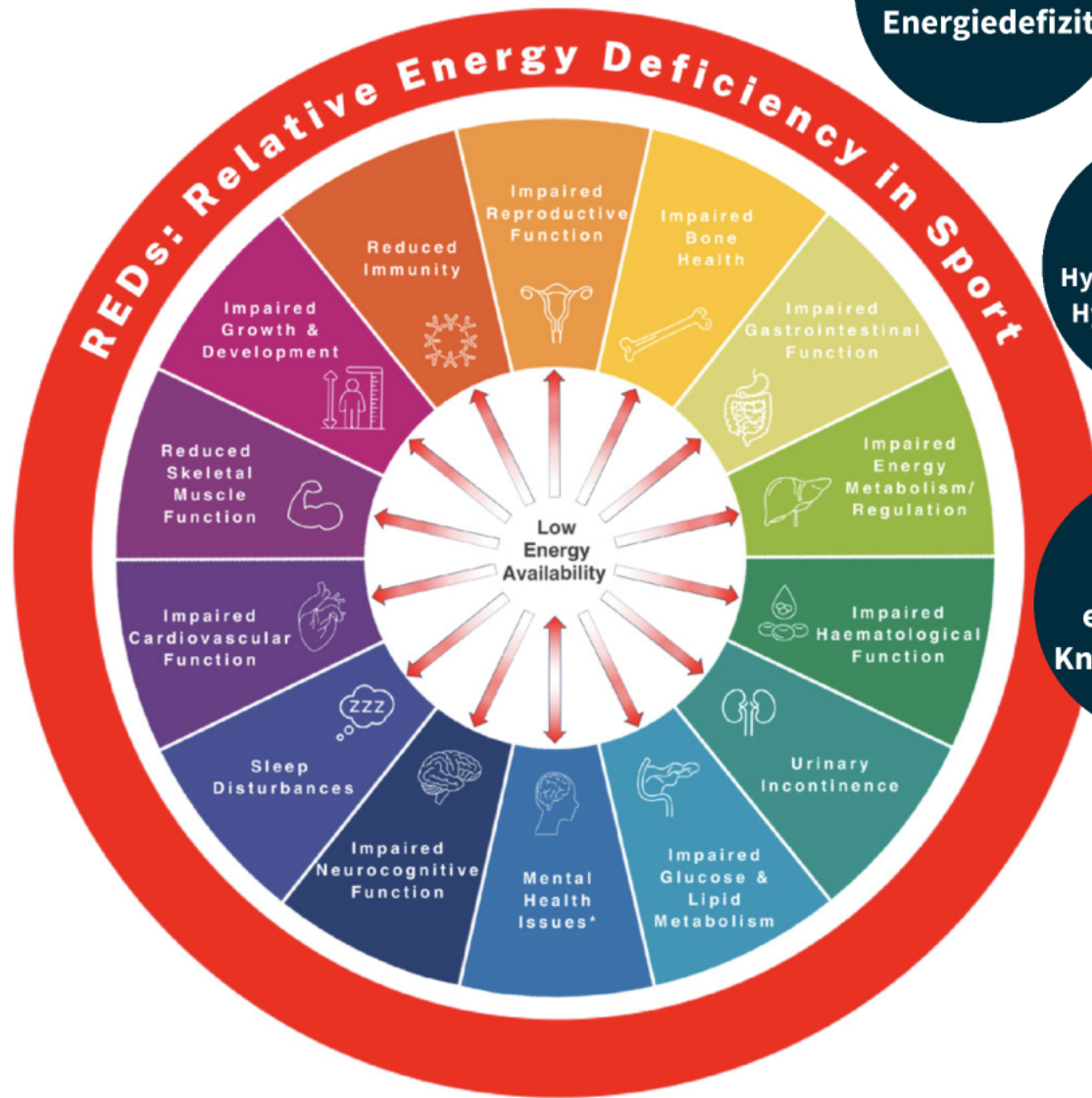
bei **weiblichen und männlichen Athleten**,
das durch problematisch (lang anhaltende und/oder
schwere) **LEA** (Low Energy Availability) verursacht
wird.

cut offs LEA:

- bei Frauen: 30 kcal/kg fettfreier Masse/Tag
- bei Männern: 9-25 kcal/kg fettfreier Masse/Tag (?)

RED-S & Gesundheit

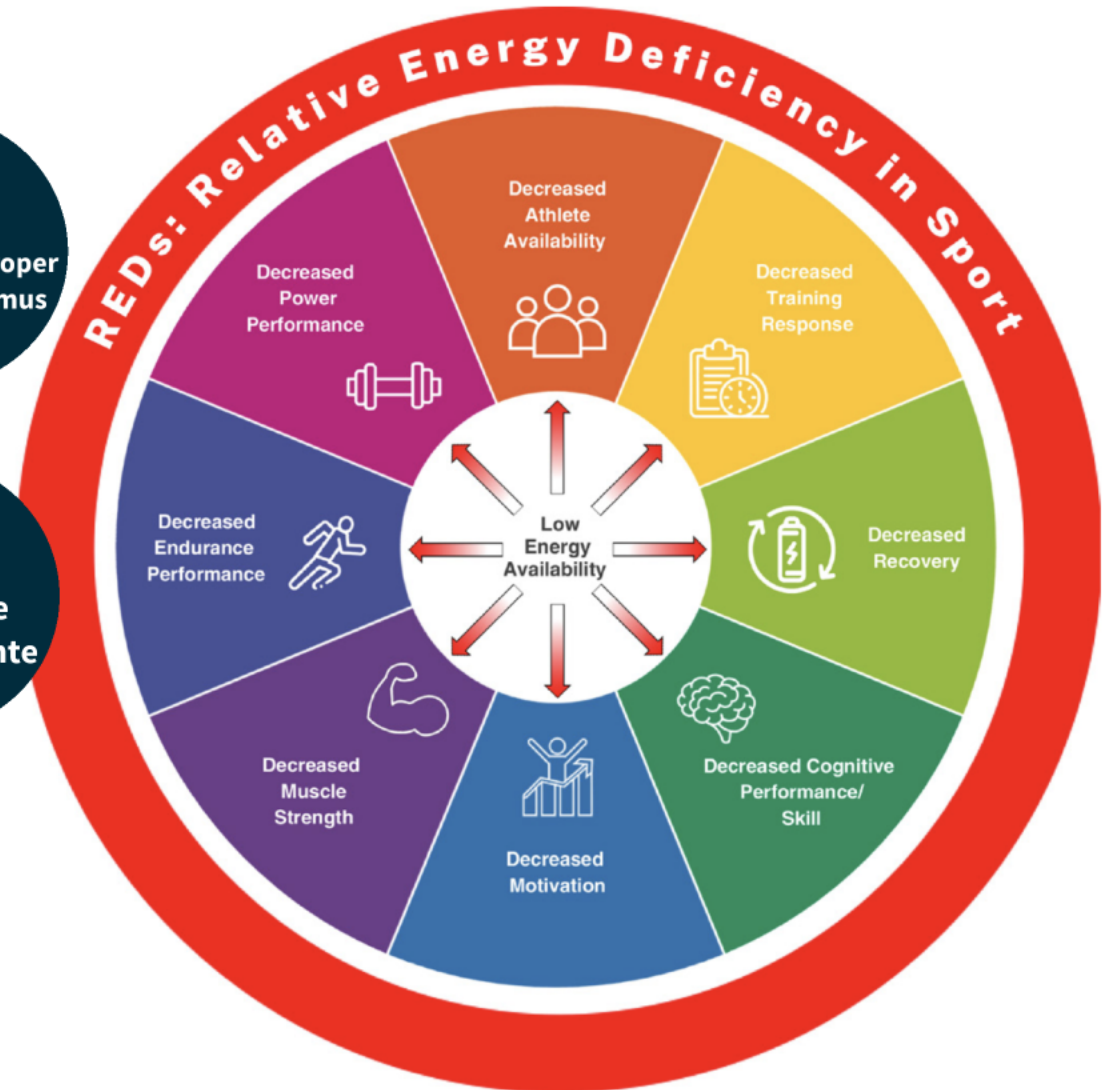
ständiges
Energiedefizit



RED-S & Leistungsfähigkeit

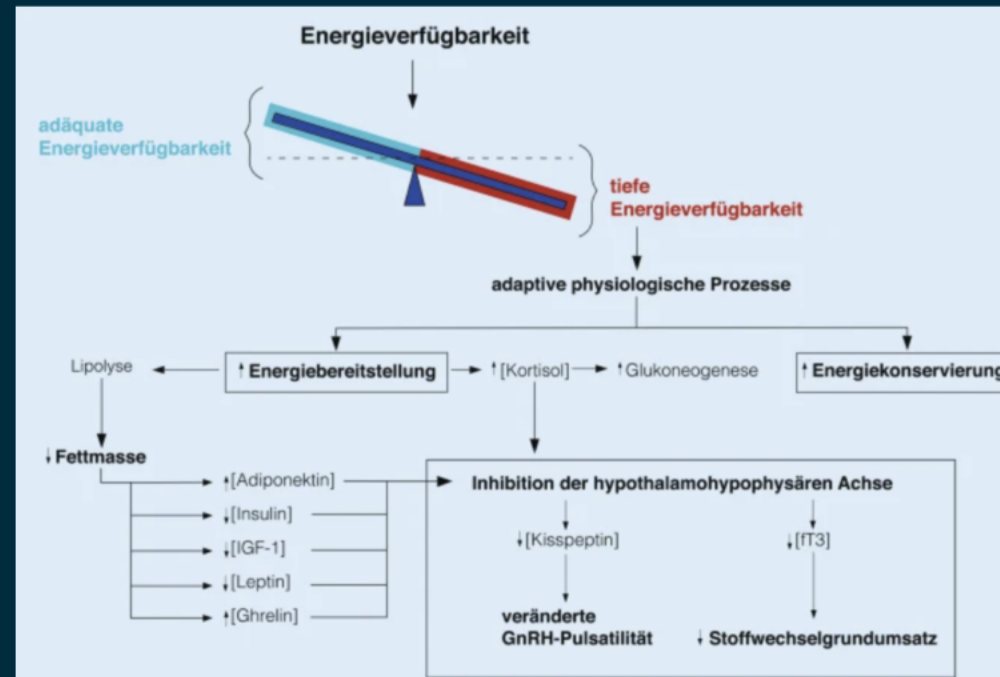
Hypogonadotroper
Hypogonadismus

erniedrigte
Knochendichte



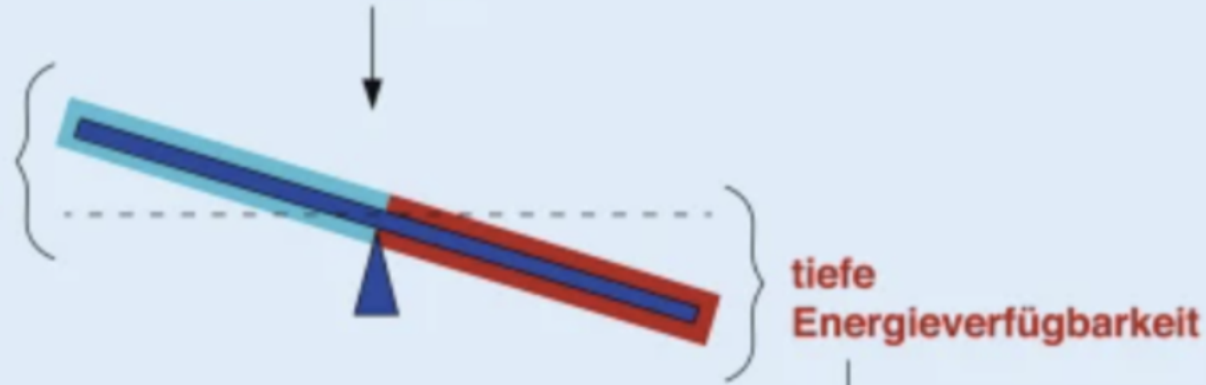
Gründe

- bewusstes Energiedefizit -> gewichtssensitive Sportarten, Essstörungen, Schönheitsideale
- unbewusstes Energiedefizit -> erhöhter Energiebedarf wird nicht gedeckt, weil Wissen über Bedarf fehlt

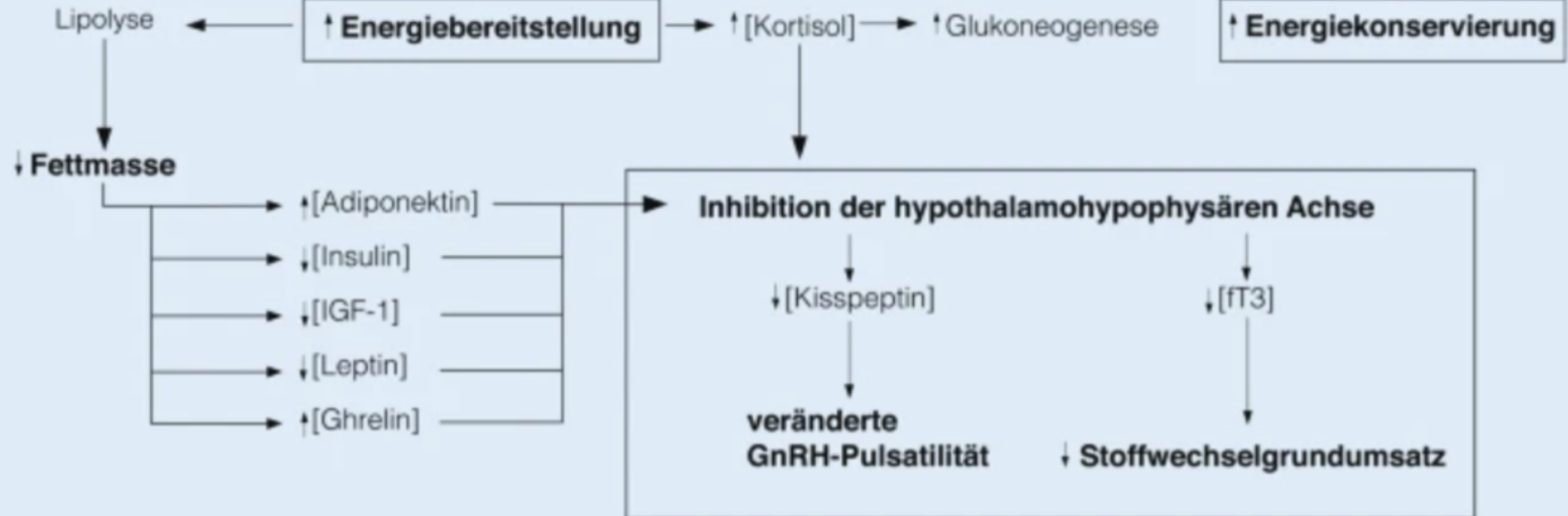


Energieverfügbarkeit

adäquate
Energieverfügbarkeit



adaptive physiologische Prozesse



Störung der Hypothalamus-Hypophysen-Achse

mögliche Ursachen:

- kongenitale Erkrankungen
 - RED-S
 - Essstörung
- latrogen induzierte Formen
 - psychogene Formen

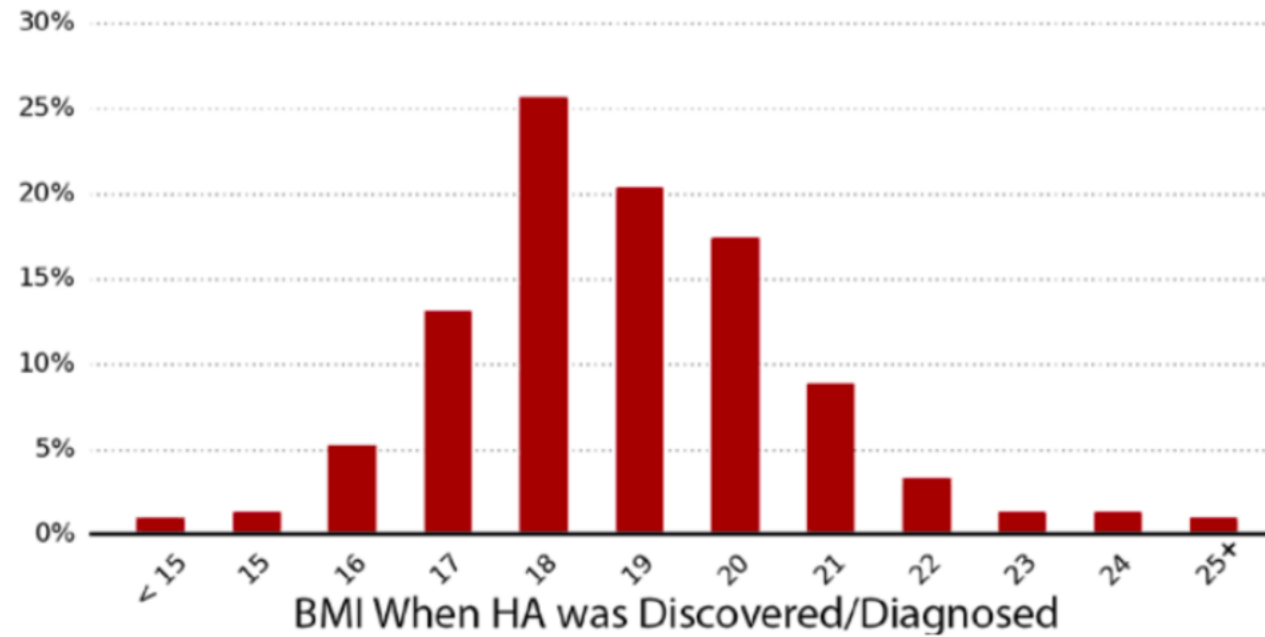


Hauptfaktor: Energiedefizit & zu viel Training

Rinaldi et al. (2019)

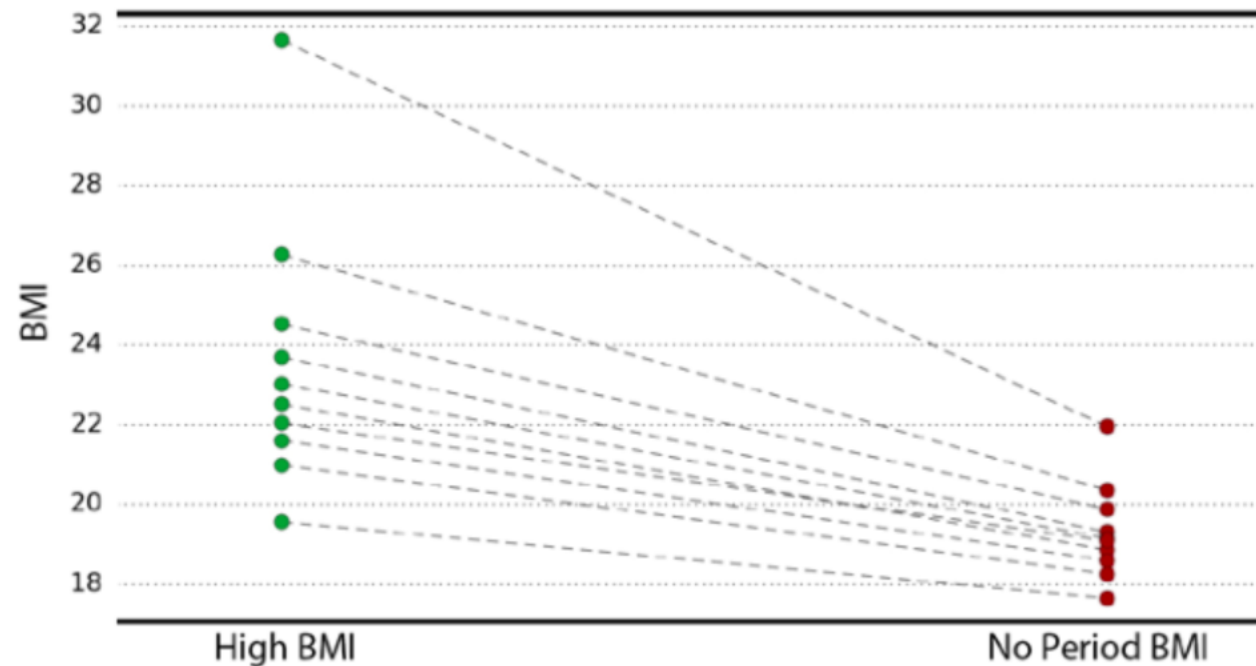
HA und BMI

**HA und
Gewichtsverlust**



BMI range in survey respondents when absent periods were noticed (data from 286 women). The percentage of survey respondents at each BMI is illustrated. When women realized their periods were missing, only 33% were at an “underweight” BMI of <18.5, with 7.5% at a BMI of 22 or above.

--> HA betrifft nicht nur Frauen mit niedrigem BMI!



Weight loss in survey respondents prior to losing their periods (272 women). Change in BMI for survey respondents who lost more than 10 lb prior to losing their periods is shown. The points on the left show the highest reported BMI; on the right is the BMI at which the women realized their menstrual cycles were missing. Each line represents 10% of the group. The median BMI when periods were lost was 19.0; the median pre-weight-loss BMI was 22.8.

82 % der Umfrageteilnehmerinnen hatten einen Gewichtsverlust von mehr als 4,5 kg bevor sie das Ausbleiben ihrer Periode feststellten

Östrogen erhöht die Kalziumabsorption



Kalzium erhält den Knochenturnover- und die Knochendichte (osteklastische = osteoblastische Aktivität)



Abfall des Östrogenspiegels durch Energiedefizit

schlechtere Kalziumabsorption

erniedrigte Knochendichte



**erhöhtes Risiko für
Ermüdungsbrüche**

at risk of RED-S

Mountjoy et al. (2023)

23-80%



15-71%



57% Tänzerinnen // 29% Tänzer
80% XC-Läuferinnen // 54% Läufer
30% Footballerinnen // 28% Radfahrer
40% Balletttänzerinnen
54% Sprinterinnen

größeres Risiko für Athlet*innen mit

- **gestörtem Essverhalten**
- in **gewichtssensitiven Sportarten** wie
(Ausdauersportler*innen, ästhetische Sportarten,
Klettern...)
im Vergleich zu Ballsportler*innen

**primäre, sekundäre und
potentielle REDs
Indikatoren**

von Sportwissenschaftler*innen,
Physiotherapeut*innen, Ärzt*innen
durchführbar

von Physiotherapeut*innen,
Sportwissenschaftler*innen,
Trainer*innen,
Ärzt*innen durchführbar

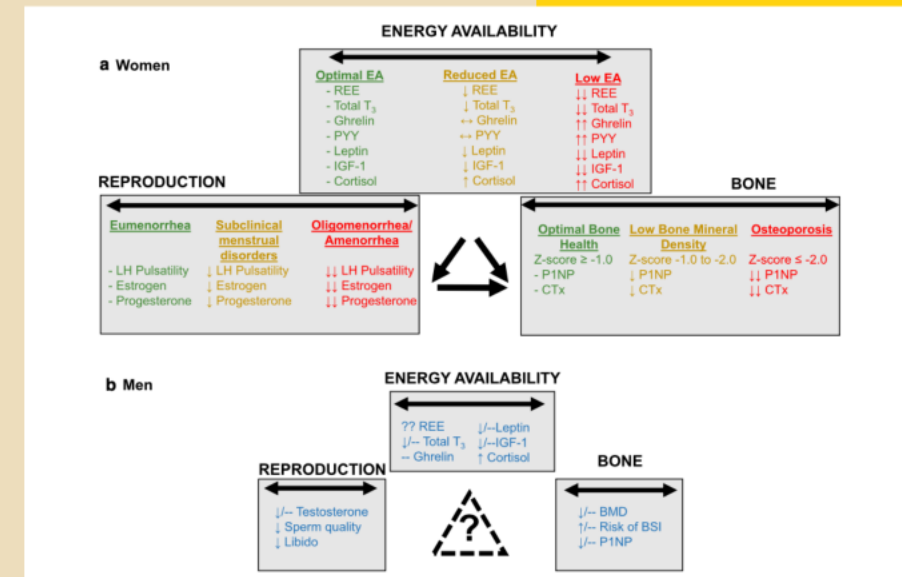
1.
**LEAF-Q
LEAM-Q**

optional:
**Körpermassen
bestimmung**

"Diagnosis of Exclusion"

2.
Labordiagnostik

von Gynäkolog*innen,
Urolog*innen
Endokrinolog*innen,
Orthopäd*innen durchführbar



primäre Indikatoren (größte Validität):

- **Frauen:** primäre Amenorrhoe
- sekundäre Amenorrhoe ab 3 Monaten
- **Männer:** niedriges freies oder gesamt-Testosteron (niedrigstes Quartil der Referenz-Range)
- **beide:** niedriges freies oder gesamt T₃
- ein high-risk (OS-hals, Sakrum, Becken) oder zwei low-risk (andere Orte) Ermüdungsbrüche innerhalb der letzten zwei Jahre
- eingeschränktes Wachstum
- Essstörung

sekundäre Indikatoren (teilweise evident):

- Oligomenorrhoe durch FHA
- ein low risk-Ermüdungsbruch innerhalb der letzten 2 Jahre
- erhöhtes LDL
- Depression und/oder Angststörung

potentielle Indikatoren (möglicherweise mit REDs verknüpft):

- niedriges IGF-1
- niedrige Blut-Glukose
- niedriges Blut-Insulin
- niedrige Eisen- und Hb-werte
- anovulatorische Zyklen
- hohes Kortisol
- Inkontinenz (bei Frauen)
- Magen-Darm-Beschwerden
- reduzierte Libido (besonders bei Männern)
- niedriger systolischer od. diastolischer Blutdruck
- Schlafstörungen
- Sportsucht
- niedriger BMI

October 30, 2013 THE LEAF-Q

1. Injuries

Mark the response that most accurately describes your situation

A: Have you had absences from your training, or participation in competitions during the last year due to injuries?

☐ No, not at all ☐ Yes, once or twice ☐ Yes, three or four times ☐ Yes, five times or more

Aa: If yes, for how many days absence from training or participation in competition due to injuries have you had in the last year?

☐ 1-7 days ☐ 8-14 days ☐ 15-21 days ☐ 22 days or more

Ab: If yes, what kind of injuries have you had in the last year?

Comments or further information regarding injuries:

October 30, 2013 THE LEAF-Q

2. Gastro intestinal function

A: Do you feel gaseous or bloated in the abdomen, also when you do not have your period?

☐ Yes, several times a day ☐ Yes, several times a week ☐ Yes, once or twice a week or more seldom ☐ Rarely or never

B: Do you get cramps or stomach ache which cannot be related to your menstruation?

☐ Yes, several times a day ☐ Yes, several times a week ☐ Yes, once or twice a week or more seldom ☐ Rarely or never

C: How often do you have bowel movements on average?

☐ Several times a day ☐ Once a day ☐ Every second day ☐ Twice a week ☐ Once a week or more rarely

D: How would you describe your normal stool?

☐ Normal (soft) ☐ Diarrhoea-like (watery) ☐ Hard and dry

Comments regarding gastrointestinal functions:

October 30, 2013 THE LEAF-Q

3. Menstrual function and use of contraceptives

3.1 Contraceptives

Mark the response that most accurately describes your situation

A: Do you use oral contraceptives?

☐ Yes ☐ No

Aa: If yes, why do you use oral contraceptives?

☐ Contraception ☐ Reduction of menstruation pains ☐ Reduction of blood loss ☐ To regulate the menstrual cycle in relation to performances etc. ☐ Otherwise menstruation stops ☐ Other

Ab: If no, have you used oral contraceptives earlier?

☐ Yes ☐ No

Aa: If yes, when and for how long?

B: Do you use any other kind of hormonal contraceptives? (e.g., hormonal implant or coil)

☐ Yes ☐ No

Ba: If yes, what kind?

☐ Hormonal patches ☐ Hormonal ring ☐ Hormonal coil ☐ Hormonal implant

25 Fragen mit Schwerpunkt
auf gastrointestinalen
Beschwerden, Verletzungen
und reproduktivem System

sens: 78%, spez: 90%

THE LEAF-Q

Mark the response that most accurately describes your situation

A: Did you have your last period?

☐ Yes, within the last 3 months ago ☐ 4-5 months ago ☐ 6 months ago or more ☐ I'm pregnant and therefore do not menstruate

B: Have your periods ever stopped for 3 consecutive months or longer (besides pregnancy)?

☐ No, never ☐ Yes, it has happened before ☐ Yes, that's the situation now

C: Do you experience that your menstruation changes when you increase your exercise intensity, frequency or duration?

☐ Yes ☐ No

Ca: If yes, how? (Check one or more options)

☐ I bleed less ☐ I bleed fewer days ☐ My menstruations stops ☐ I bleed more ☐ I bleed more days

October 30, 2013 THE LEAF-Q

3.2 Menstrual function

Mark the response that most accurately describes your situation

Ca: If no or "I don't remember", when did you have your last period?

☐ 2-3 months ago ☐ 4-5 months ago ☐ 6 months ago or more ☐ I'm pregnant and therefore do not menstruate

B: Have your periods ever stopped for 3 consecutive months or longer (besides pregnancy)?

☐ No, never ☐ Yes, it has happened before ☐ Yes, that's the situation now

C: Do you experience that your menstruation changes when you increase your exercise intensity, frequency or duration?

☐ Yes ☐ No

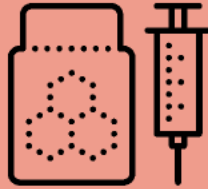
Ca: If yes, how? (Check one or more options)

☐ I bleed less ☐ I bleed fewer days ☐ My menstruations stops ☐ I bleed more ☐ I bleed more days

LABOR



BLUTBILD



HORMONPROFIL

Frauen: HCG, TSH, fT₃/4, LH, FSH, Prolaktin, Estradiol, DHEA-S, Ferritin mitsamt Zinkprotoporphyrin (ZnPP), sTfR, CRP, LDL, IGF-1, ...

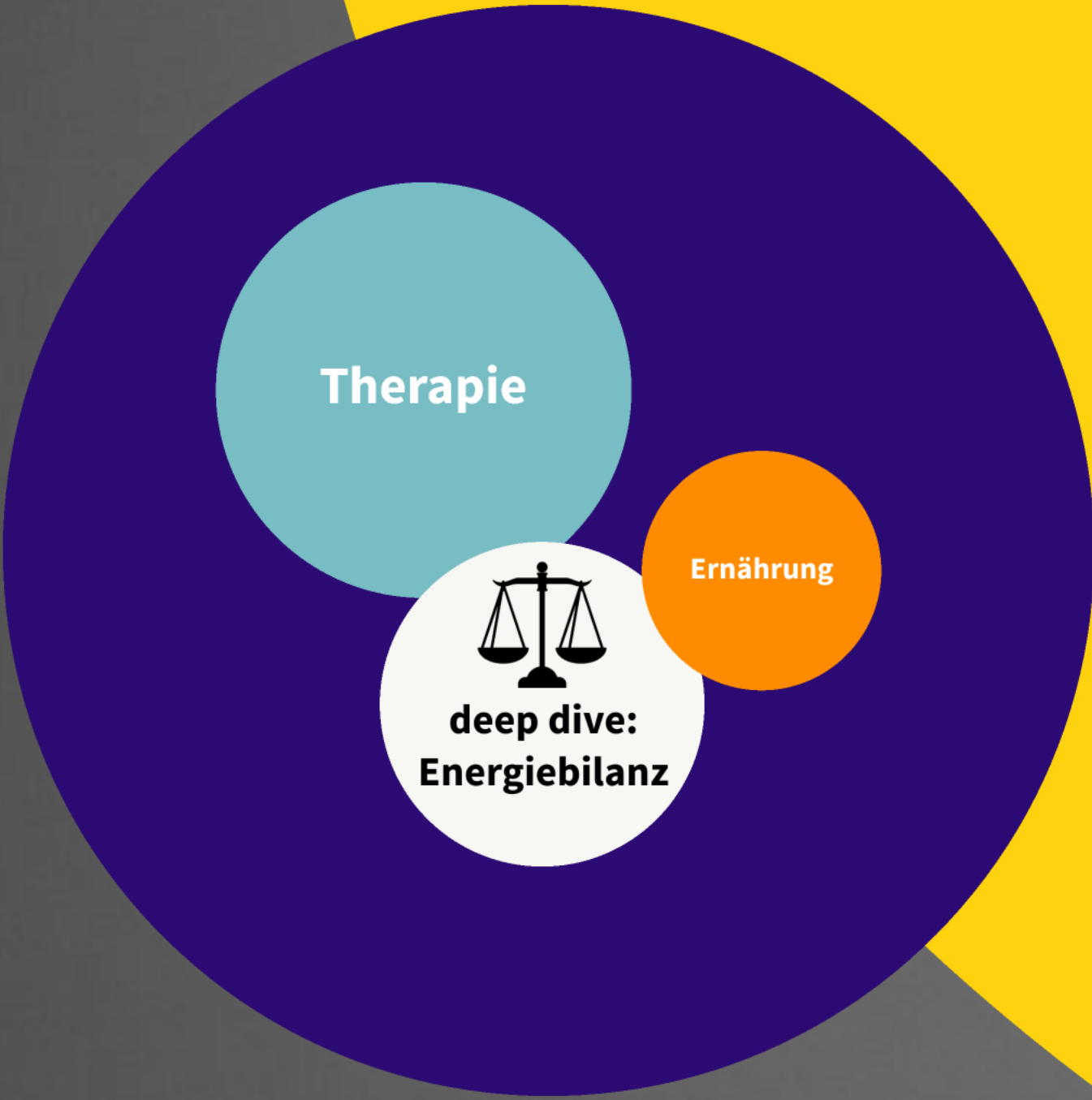
Männer: TSH, fT₃/4, freies Testosteron, gesamt Testosteron, Ferritin mitsamt Zinkprotoporphyrin (ZnPP), sTfR, CRP, LDL, IGF-1, ...



KNOCHENDICHTE- MESSUNG

ab Amenorrhöedauer von >6 Monaten

detailliertere Auflistung von
Diagnostikmöglichkeiten zu den
zugehörigen Symptomen gibt der
IOC REDs CAT 2 (S. 1087 ff.)



Therapie

Ernährung



**deep dive:
Energiebilanz**



ENERGIEBILANZ AUSGLEICHEN

*Trainingsvolumen reduzieren und Energiezufuhr optimieren
-> Coach + Ernährungsberatung (*250-350 kcal+/Tag; *+5kg KG)*



EDUKATION

wichtiger Teil der Therapie, muss aber mit anderen Maßnahmen kombiniert werden!



STRESSOREN ELIMINIEREN

Beseitigung von Schlafmangel sowie beruflichen und psychosozialen Belastungen



NÄHRSTOFFMÄNGEL AUSGLEICHEN

Kalzium-, Ferritin- und Vit-D-Mängel überprüfen und korrigieren



LATENZPHASE BEACHTEN

Mögliche Wartezeit von 3 bis zu 12 Monaten auf die Wiedereinsetzung der Menstruation

HORMONERSATZTHERAPIE

*bei keiner Normalisierung > 1 Jahr: Start Hormonersatztherapie,
am besten transdermal: 17 -Estradiol (z. B. als Patch, Gel oder Spray) in
Kombination mit Gestagen*

05.06.24 1h Laufen	absolut 80	Grundumsatz (BIA) 1800	Kohlenhydrate 324	Kohlenhydrate 4,05	Kohlenhydrate 4 - 10g/kg	Kohlenhydrate 60%	-612
		Aktivitätsumsatz (PAL) 1,4 2520					
	FFM (= abs. - FM) 72,9	Umsatz (Sport) 620	Fette 72	Fette 0,90	Fette ...	Fette 13%	
		Zufuhr 2528	Proteine 141	Proteine 1,76	Proteine 1,4-2,0g/kg	Proteine 26%	
07.06.24 4h Ga1 Rad 45min. Koppeln	absolut 80	Grundumsatz (BIA) 1800	Kohlenhydrate 885	Kohlenhydrate 11,06	Kohlenhydrate 4 - 10g/kg	Kohlenhydrate 80%	-1001
		Aktivitätsumsatz (PAL) 1,4 2520					
	FFM (= abs. - FM) 72,9	Umsatz (Sport) 3476	Fette 92	Fette 1,15	Fette ...	Fette 8%	
		Zufuhr 4995	Proteine 130	Proteine 1,63	Proteine 1,4-2,0g/kg	Proteine 12%	
09.06.24 Double-THR-day	absolut 80	Grundumsatz (BIA) 1800	Kohlenhydrate 496	Kohlenhydrate 6,20	Kohlenhydrate 4 - 10g/kg	Kohlenhydrate 65%	-1970
		Aktivitätsumsatz (PAL) 1,4 2520					
	FFM (= abs. - FM) 72,9	Umsatz (Sport) 3079	Fette 114	Fette 1,43	Fette ...	Fette 15%	
		Zufuhr 3629	Proteine 148	Proteine 1,85	Proteine 1,4-2,0g/kg	Proteine 20%	

Energiezufuhr
– (Grundumsatz
+ Bewegung abseits Sport
+ Sport)
= absolute Energieverfügbarkeit

Relative Energieverfügbarkeit =

Energiezufuhr (kcal)–Energieverbrauch durch Sport (kcal)

Fettfreie Masse (kg)

Datum & Trainingstag (MT, LT, Red.)	Körpergewicht (kg)	kcal	Makronährstoffe (g)	Relative Menge Makronährstoffe (g/kg)	Empfehlungen	Relative Verteilung Makronährstoffe (%)	Relative Energieverfügbarkeit (kcal/kg FFM)	Interpretation
03.06.24 1h Ausw. RUMETAD	absolut 66 FFM (= abs. - FM) 48,1	Zufuhr 1900 Umsatz (Sport) 200 Umsatz (Alltag)	Kohlenhydrate 236 Fette 68	Kohlenhydrate 4,21 Fette 1,21	Kohlenhydrate 4 - 10g/kg Fette	Kohlenhydrate 56% Fette 17%	34,30	Niedrige Energieverfügbarkeit <30,35 kcal/FFM Ideale Energieverfügbarkeit 40-45 kcal/FFM Nur Gewichtszunahme >45 kcal/FFM
	Differenz	Proteine 94	Proteine 1,68	Proteine 1,4-2,0g/kg	Proteine 24%			
04.06.24 3,5h Rad 1,15h Rotor Schub langer GA Tag	absolut 66 FFM (= abs. - FM) 48,1	Zufuhr 2922 Umsatz (Sport) 2050 Umsatz (Alltag)	Kohlenhydrate 421 Fette 83	Kohlenhydrate 7,29 Fette 1,48	Kohlenhydrate 4 - 10g/kg Fette	Kohlenhydrate 71% Fette 14%	21,25	Niedrige Energieverfügbarkeit <30,35 kcal/FFM Ideale Energieverfügbarkeit 40-45 kcal/FFM Nur Gewichtszunahme >45 kcal/FFM
	Differenz	Proteine 1022	Proteine 90	Proteine 1,61	Proteine 1,4-2,0g/kg	Proteine 11%		
05.06.24 2h Rotor 2h Cross langer GA Tag	absolut 66 FFM (= abs. - FM) 48,1	Zufuhr 3952 Umsatz (Sport) 2650 Umsatz (Alltag)	Kohlenhydrate 498 Fette 108	Kohlenhydrate 8,89 Fette 1,83	Kohlenhydrate 5 - 10g/kg Fette	Kohlenhydrate 67% Fette 15%	32,89	Niedrige Energieverfügbarkeit <30,35 kcal/FFM Ideale Energieverfügbarkeit 40-45 kcal/FFM Nur Gewichtszunahme >45 kcal/FFM
	Differenz	Proteine 1392	Proteine 135	Proteine 2,61	Proteine 1,4-2,0g/kg	Proteine 18%		
06.06.24 3,5h HR GA Tag	absolut 66 FFM (= abs. - FM) 48,1	Zufuhr 3275 Umsatz (Sport) 1707 Umsatz (Alltag)	Kohlenhydrate 442 Fette 118	Kohlenhydrate 7,55 Fette 1,30	Kohlenhydrate 4 - 10g/kg Fette	Kohlenhydrate 69% Fette 13%	39,42	Niedrige Energieverfügbarkeit <30,35 kcal/FFM Ideale Energieverfügbarkeit 40-45 kcal/FFM Nur Gewichtszunahme >45 kcal/FFM
	Differenz	Proteine 1896	Proteine 98	Proteine 3,75	Proteine 1,4-2,0g/kg	Proteine 24%		
08.06.24 2h Rotor 6,75h Laufen 1h Ausw. GA Tag	absolut 66 FFM (= abs. - FM) 48,1	Zufuhr 3671 Umsatz (Sport) 2775 Umsatz (Alltag)	Kohlenhydrate 367 Fette 98	Kohlenhydrate 6,71 Fette 2,01	Kohlenhydrate 4 - 10g/kg Fette	Kohlenhydrate 59% Fette 17%	45,32	Niedrige Energieverfügbarkeit <30,35 kcal/FFM Ideale Energieverfügbarkeit 40-45 kcal/FFM Nur Gewichtszunahme >45 kcal/FFM
	Differenz	Proteine 1896	Proteine 98	Proteine 3,75	Proteine 1,4-2,0g/kg	Proteine 24%		
09.06.24 Ruhtag	absolut 66 FFM (= abs. - FM) 48,1	Zufuhr 2180 Umsatz (Sport) 0 Umsatz (Alltag)	Kohlenhydrate 278 Fette 107	Kohlenhydrate 4,91 Fette 1,91	Kohlenhydrate 4 - 10g/kg Fette	Kohlenhydrate 54% Fette 21%	45,32	Niedrige Energieverfügbarkeit <30,35 kcal/FFM Ideale Energieverfügbarkeit 40-45 kcal/FFM Nur Gewichtszunahme >45 kcal/FFM
	Differenz	Proteine 1896	Proteine 98	Proteine 3,75	Proteine 1,4-2,0g/kg	Proteine 24%		
09.07.24	absolut 66 FFM (= abs. - FM) 48,1	Zufuhr 3727 Umsatz (Sport) 1707 Umsatz (Alltag)	Kohlenhydrate 615 Fette 118	Kohlenhydrate 10,98 Fette 2,29	Kohlenhydrate 26 - 30g/kg Fette	Kohlenhydrate 71% Fette 13%	42,00	Niedrige Energieverfügbarkeit <30,35 kcal/FFM Ideale Energieverfügbarkeit 40-45 kcal/FFM Nur Gewichtszunahme >45 kcal/FFM
	Differenz	Proteine 2020	Proteine 142	Proteine 2,94	Proteine 1,4-2,0g/kg	Proteine 18%		
10.07.24	absolut 66 FFM (= abs. - FM) 48,1	Zufuhr 3416 Umsatz (Sport) 1680 Umsatz (Alltag)	Kohlenhydrate 521 Fette 91	Kohlenhydrate 9,20 Fette 1,83	Kohlenhydrate 27 - 30g/kg Fette	Kohlenhydrate 72% Fette 12%	37,75	Niedrige Energieverfügbarkeit <30,35 kcal/FFM Ideale Energieverfügbarkeit 40-45 kcal/FFM Nur Gewichtszunahme >45 kcal/FFM
	Differenz	Proteine 1816	Proteine 136	Proteine 2,43	Proteine 1,4-2,0g/kg	Proteine 18%		
11.07.24	absolut 66 FFM (= abs. - FM) 48,1	Zufuhr 3510 Umsatz (Sport) 149 Umsatz (Alltag)	Kohlenhydrate 549 Fette 72	Kohlenhydrate 9,90 Fette 1,29	Kohlenhydrate 28 - 30g/kg Fette	Kohlenhydrate 73% Fette 10%	49,09	Niedrige Energieverfügbarkeit <30,35 kcal/FFM Ideale Energieverfügbarkeit 40-45 kcal/FFM Nur Gewichtszunahme >45 kcal/FFM
	Differenz	Proteine 2381	Proteine 128	Proteine 2,39	Proteine 1,4-2,0g/kg	Proteine 12%		
12.07.24	absolut 66 FFM (= abs. - FM) 48,1	Zufuhr 3849 Umsatz (Sport) 1787 Umsatz (Alltag)	Kohlenhydrate 615 Fette 88	Kohlenhydrate 10,88 Fette 1,54	Kohlenhydrate 29 - 30g/kg Fette	Kohlenhydrate 75% Fette 11%	43,28	Niedrige Energieverfügbarkeit <30,35 kcal/FFM Ideale Energieverfügbarkeit 40-45 kcal/FFM Nur Gewichtszunahme >45 kcal/FFM
	Differenz	Proteine 2082	Proteine 115	Proteine 2,05	Proteine 1,4-2,0g/kg	Proteine 14%		

PRÄVENTIONSMASSNAHMEN



PRIMÄRPRÄVENTION

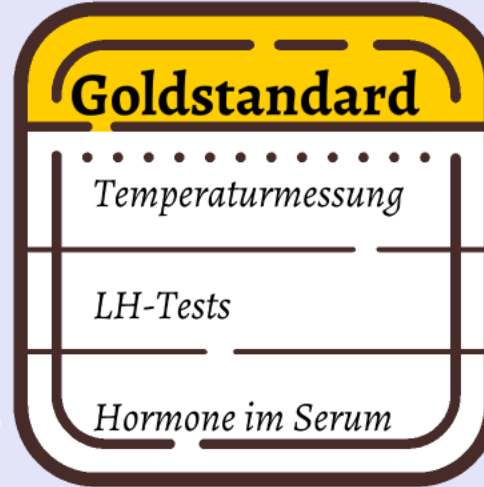
Aufklärung der
Athleten, Eltern,
Sportmediziner und
Trainer



SEKUNDÄRPRÄVENTION

frühzeitiges Erkennen
mittels LEAF-Q/LEAM-Q
Screening

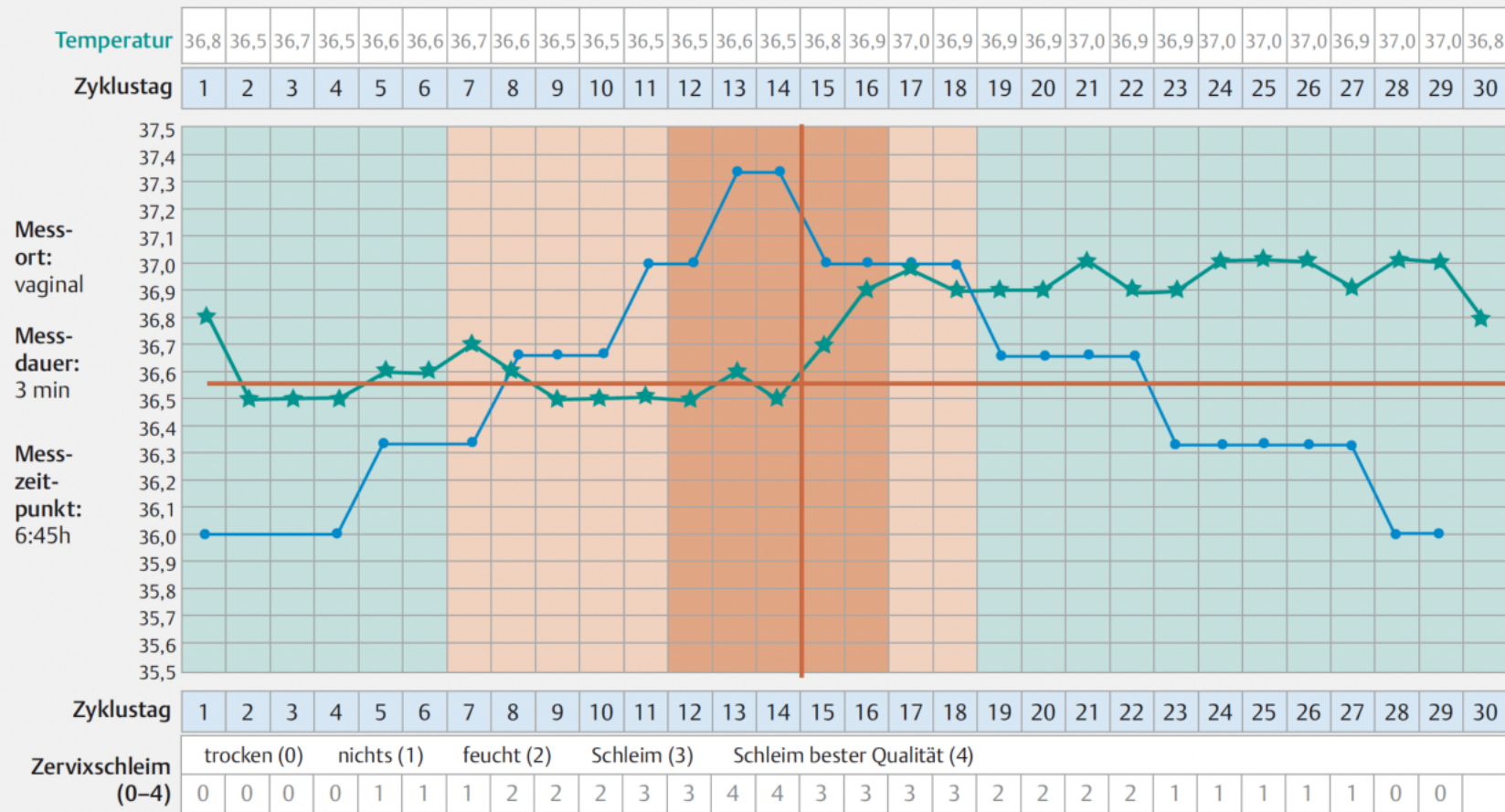
der MZ als Indikator weiblicher Gesundheit



Temperatur-
messung

weitere
Symptome

Apps & Tools



► **Abb.2** Zyklustagebuch mit verschiedenen Dimensionen. Die grüne Kurve repräsentiert die Temperatur [°C], die blaue Kurve die Qualität des Zervixschleims in fünf Stufen. Die senkrechte rote Linie markiert den Tag des Eisprungs, die waagrechte die Basiskörperkerntemperatur.

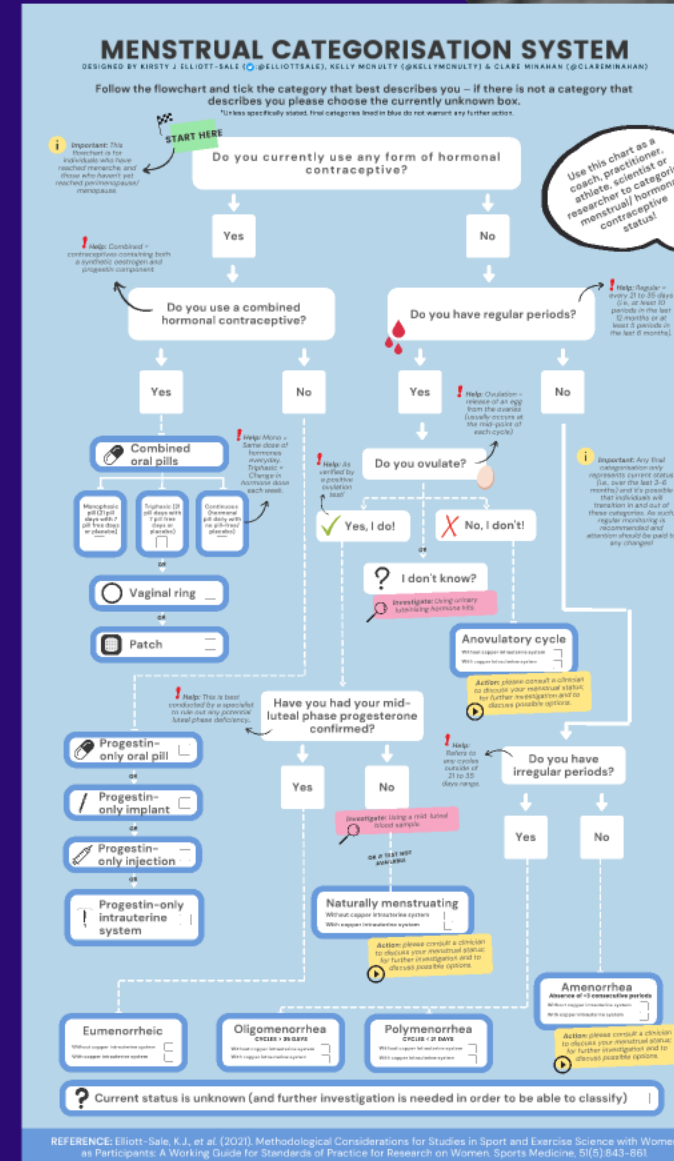
Zyklustagebuch

- Beobachtung des Zervixschleims
- Zervixhöhe palpieren
- „Softe“ Symptome: Brustschmerz, Gereiztheit, größere Müdigkeit in der Lutealphase





NFP-Zyklusblatt



**Körper-
kern-
temperatur**



**Einfluss von
E2 auf
Metabolismus**



**Einfluss von
P4 auf
Metabolismus**

Brain function
Mood
Arousal
Cognition
Cardiovascular
Heart rate and rhythm
Stroke volume
Blood pressure
Body fluid volume
Coagulation
Vascular function
Sympathetic activity
Respiratory
Ventilation
Asthma
Metabolic
Core body temperature
Thermoregulation
Resting oxygen consumption
Substrate availability and metabolism
Acid-base balance
Strength
Aerobic capacity (VO_2 max)
Anaerobic capacity
Response to ergogenic aids
Glucose
Caffeine
Orthopedic
Injury rate
Ligament laxity
Low back pain

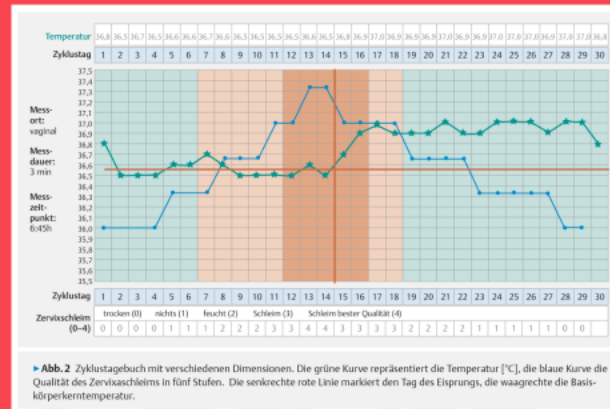
Constantini et al. (2005)

Komponenten der Performance, die
durch den MZ
beeinflusst werden könnten

Übertragbarkeit



**Überlegungen zur
Trainingsplanung**



Anstieg der KKT um 0,3-0,5 °C in der Lutealphase

Sport in heißer Umgebung (32 °C, 60% Luftfeuchte) in Lutealphase kann Zeit bis zur Ermüdung (im Mittel um 6%) verkürzen.

core Temp. @rest, submax, increase + HF + RPE + Ventilation höher

Janse De Jonge et al. (2019)

| Östrogen...

1 hat eine anabole Wirkung

- auf Muskeln und Sehnen (durch verbesserte Proteinsynthese)
- auf Knochen durch verbesserte Kalziumabsorption

2 beeinflusst die Kohlenhydrataufnahme und -speicherung

- verbesserte Insulinsensitivität (insulinabhängige+ unabhängige Transporter) -> bessere muskelspezifische Glukoseaufnahme

3 verbessert die aerobe Leistung

- durch bessere Verfügbarkeit der freien Fettsäuren im Blut (in Ruhe und während Belastung)
- durch verbesserte AMPK -> PGC-1α -> mitochondriale Biogenese

Einfluss des MZ auf Leistungsfähigkeit

1 keine Evidenz...

- Studienqualität oft schlecht (unzureichende Validierung der MZ-phasen)
- geringe Prozentzahl der Studien finden unter realen Trainingsbedingungen statt

2 ...auf Gruppenlevel

- keine oder geringe Effekte auf Gruppenlevel
- in einzelnen Individuen lassen sich durchaus Effekte beobachten

3 MZ-basiertes Training sinnvoll?

- bleibt individuelle Entscheidung
- Grundlage: Beobachtungen des Wohlbefindens und der Leistungsfähigkeit in MZ-phasen

D'Souza et al. (2023)

Taylor et al. (2024)

McNulty et al. (2020)

| Progesteron...

1 hat katabole (antianabole) Wirkung

- wirkt abbauend auf Muskeln, Sehnen, Knochen

2 beeinflusst Kohlenhydratverwendung

- verminderte GLUT-4 (insulinunabhängige Transporter)
- erschwert Aufnahme von Kohlenhydraten in die Muskulatur

Tag	Woche	Phase	Hormonlevel	pysiologische + psychologische Veränderungen	Trainingsschwerpunkt	Inten-sität
1	1	frühe Follikelphase	Östrogen, Progesteron und Testosteron niedrig	Schmerzen während der Periode, Stimmungsschwankungen können zu Stress, vermindertem Wohlbefinden, Unfällen, erniedrigten Reaktionszeiten führen	auf Technik, Präzisions-, Intensitäts-training verzichten, Stress reduzieren	niedrig
2					Beginn Intensitäten im Kraft- und Ausdauertraining vorzubereiten	mittel
3						
4						
5		mittlere Follikelphase	Östrogen steigt, Progesteron niedrig	nachlassende Schmerzen und nachlassender Stress, stabilere Stimmung, erhöhtes Wohlbefinden	HIIT, geschwindigkeitsbasiertes Training, Krafttraining, komplexes Training gut möglich	hoch
6						
7						
8	2	späte Follikelphase	Östrogen peakt	potenziell anabole Phase, höhere Insu-linsensitivität, verbesserte Verfügbarkeit von Glukose, stabile Stimmung, hohes Wohlbefinden		
9						
10						
11		Ovulation	Östrogen fällt, Testosteron peakt	hohes Wohlbefinden, selbstbewusst		
12						
13						
14	3	frühe Lutealphase	Östrogen steigt wieder, Progesteron steigt	ansteigende Körperkern-temperatur (KKT), potenziell katabole Phase beginnt	Intensitäten langsam reduzieren, Über-gang zu Grundlagentraining, niedrig intensiverem Krafttraining schaffen	hoch bis mittel
15						
16						
17		mittlere Lutealphase	Östrogen und Progesteron peakt	erhöhte KKT, erhöhter Proteinumsatz, verringerte Aufnahme von Glukose aus dem Blut bei nicht gefüllten Kohlehydrat-speichern, Atmungs- u. Herzkreislauf-system kann in Ausbelastung limitiert sein, Zeit bis zur Erschöpfung in Hitze limitiert, erhöhter Stress	niedrig intensives, aber durchaus extensives Grundlagenausdauertraining, niedrig intensives Krafttraining	mittel
18						
19						
20						
21						
22	4	späte Lutealphase	Östrogen, Progesteron und Testosteron niedrig	PMS, Stimmungsschwankungen können zu Stress, vermindertem Wohlbefinden, Unfällen, erniedrigten Reaktionszeiten führen	ideal für Regenerationswoche, auf Technik, Präzisions-, Intensitäts-training verzichten, Stress reduzieren	leicht
23						
24						
25						
26						
27						
28						

► **Abb.3** Empfehlungen für ein zyklusbasiertes Training

Usinger (2025)
adaptiert von Pitchers&Elliot-Sale (2019)

Kommunikation über Zyklus

Prävention von RED-S?

quick
facts

Messung der
Körperkerntemperatur

LH-Tests

zyklus-assoziierte Symptome
kennenlernen

**Die Anwendung eines
MZ-basierten
Trainings hängt von
individuellen
Beobachtungen zur
Leistungsveränderung
zwischen Phasen ab**

**VKB-Verletzungsrisiko in LP
beachten**

Interpretation von Leistungen
in Abhängigkeit der
Zyklusphase möglich

größere Selbstsicherheit und
geringere Belastung durch
Wissen um zyklusassoziierte
Symptome

zu-Gunsten-zu-Lasten-
Prinzip:

- Präzision
- Technik
- Ruhetag
- Mittagsschlaf
- Mahlzeit
- Massage
- Physiobehandlung



**Wahrnehmung
der
Sportlerinnen**

es gibt keine eindeutigen Hinweise auf allgemeine Unterschiede zwischen den Zyklusphasen

--> auf Ebene der Leistungsfähigkeit, Trainingseffizienz, Belastungsverträglichkeit, Erholung

es kann individuelle Muster bei normal menstruierenden Frauen geben

--> Symptome, subjektive Leistungsbereitschaft, Leistungsfähigkeit und Erholung

Menstruationsunregelmäßigkeiten erfordern Aufmerksamkeit

--> um langfristigen negativen Konsequenzen für Gesundheit und Leistungsfähigkeit vorzubeugen

Zyklustagebuch hilft um

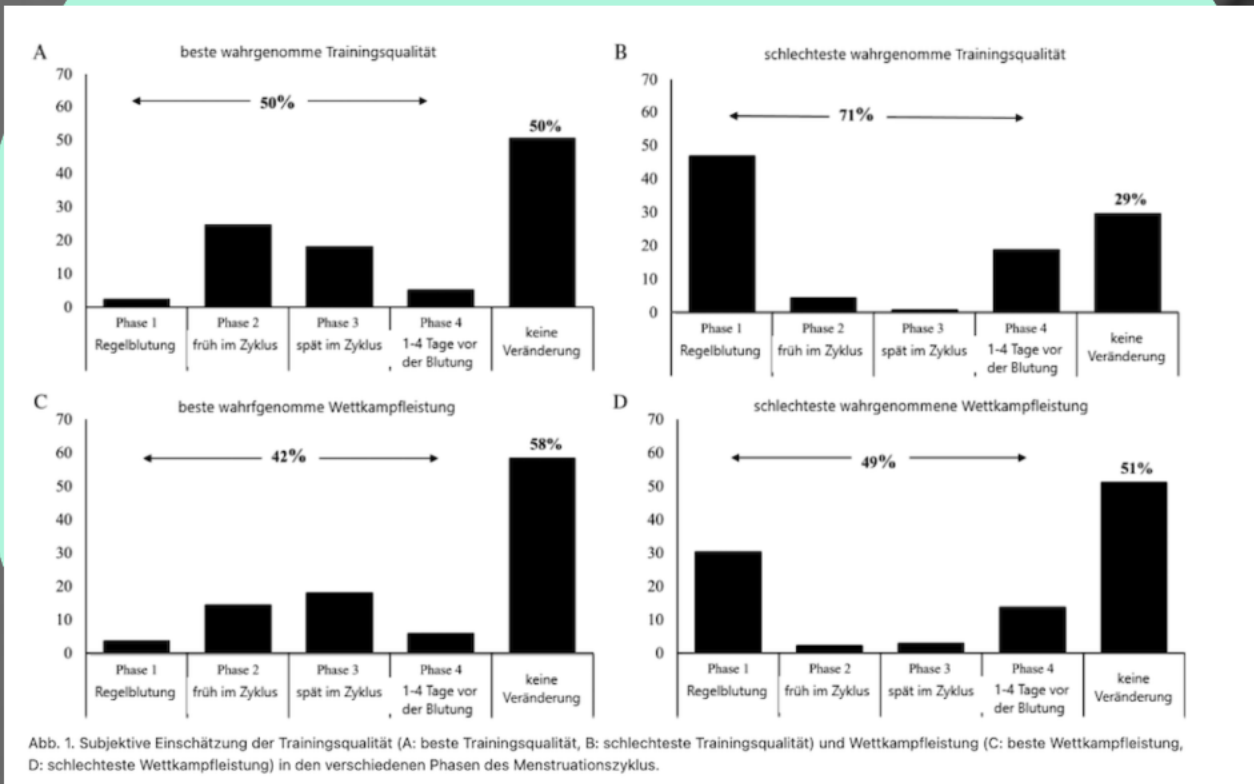
--> individuelle Muster zu erkennen

--> Unregelmäßigkeiten festzustellen

--> Kommunikation möglich zu machen



140 Elite-Skilangläuferinnen und Biathletinnen mit natürlichem Zyklus und mit Pille:



Solli et al. (2020)
adaptierte Grafik von Fischer&Kirschbaum

✓ Sportlerinnen fühlen sich im
Training mehr beeinträchtigt als
im Wettkampf

✓ Trainingsqualität +
Wettkampfleistung werden unter
natürlichem Zyklus UND mit Pille
als beeinträchtigt wahrgenommen

✓ im Mittel ist für 41% bevorzugtes
Zeifenster für Wettkämpfe: "direkt
nach der Periode" // 23% unsicher

✓ 53,7% der Frauen mit natürlichem
Zyklus sagen "direkt nach der
Periode"

✓ Präferenzen der "Pillen"-Frauen
waren gleichmäßiger über Zyklus
verteilt // 30% unsicher

Solli et al. (2020)
McNamara (2022)

Kommunikation über Zyklus

Prävention von RED-S?

quick
facts

Messung der
Körperkerntemperatur

LH-Tests

zyklus-assoziierte Symptome
kennenlernen

**Die Anwendung eines
MZ-basierten
Trainings hängt von
individuellen
Beobachtungen zur
Leistungsveränderung
zwischen Phasen ab**

Interpretation von Leistungen
in Abhängigkeit der
Zyklusphase möglich

größere Selbstsicherheit und
geringere Belastung durch
Wissen um zyklusassoziierte
Symptome

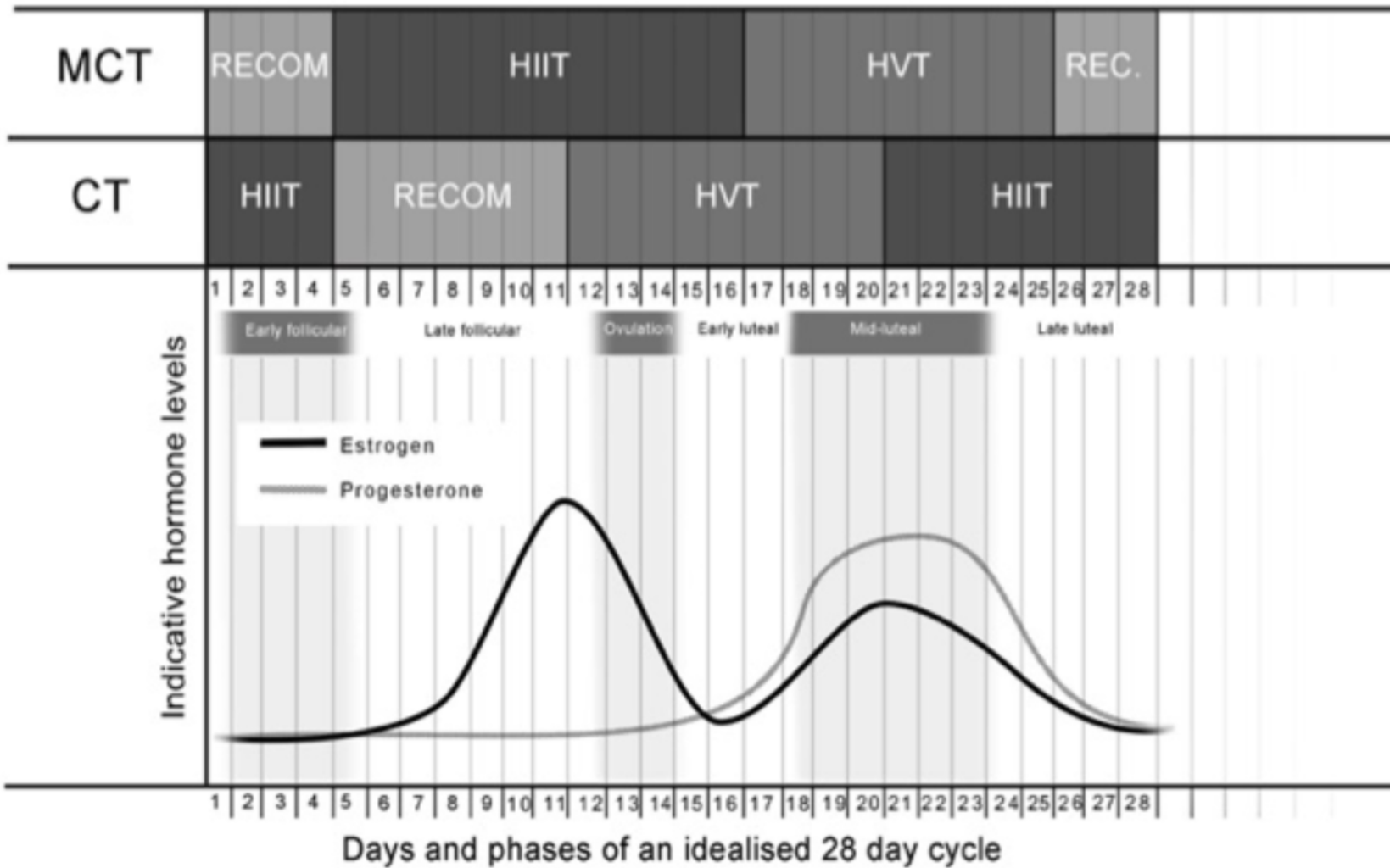
**VKB-Verletzungsrisiko in LP
beachten**

zu-Gunsten-zu-Lasten-
Prinzip:

- Präzision
- Technik
- Ruhetag
- Mittagsschlaf
- Mahlzeit
- Massage
- Physiobehandlung



**Wahrnehmung
der
Sportlerinnen**



**Studien-
ergebnisse**

Methodik

**MZ-
gesteuertes
Training für
wen?**

**MZ-gesteuertes
Training zur
Vorbeugung von
RED-S?**

Studienergebnisse passen in die allgemeine Studienlage

- keine Signifikanzen auf Gruppenlevel!
- Trends und individuelle Unterschiede sind zu erkennen

Interventionsgruppe:

- aerobe & anaerobe Kapazität --> VO₂peak (+), fat max (+), VT₂ (+)
- Körperzusammensetzung --> Körperfettmasse (-), BCM (+)
- keine erkennbare entzündliche Aktivität (TNF-a unauffällig)
- keine Hormonverschiebungen

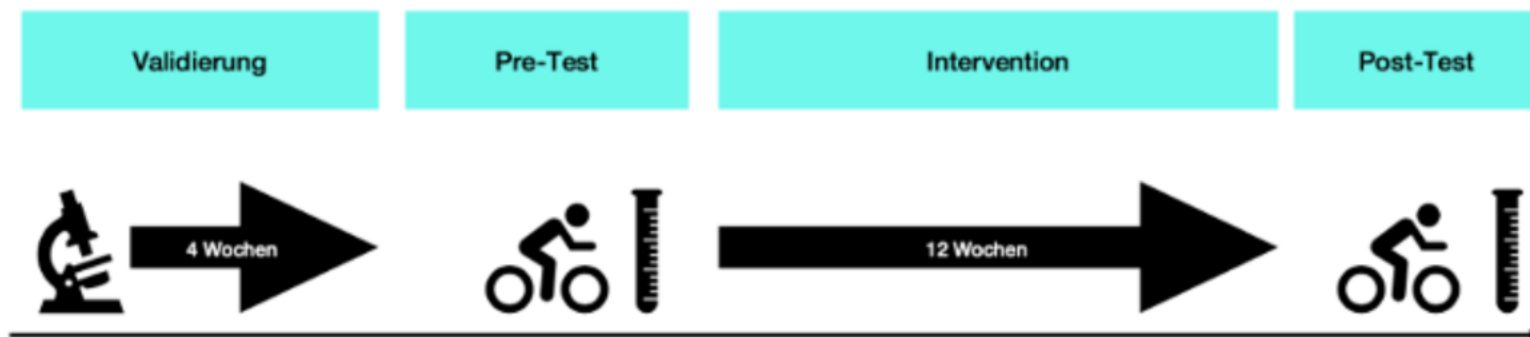
Kontrollgruppe:

- aerobe & anaerobe Kapazität --> VO₂peak (+)
- Körperzusammensetzung --> Körperfettmasse (-)
- TNF-a erhöht
- tendenz zu abnehmenden Östrogenleveln über Studienverlauf



"Auswirkungen eines menstruationszyklus-gesteuerten Trainings auf die Entwicklung der Ausdauerleistungsfähigkeit bei Ausdauersportlerinnen"

Ablaufplan der Studie



Die Validierung des Zyklus **beginnt vier Wochen vor der Intervention und erfolgt auch während der gesamten Zeit** weiterhin. Sie erfolgt dreistufig:

1. **Zyklustagebuch** mit Messung der Basaltemperatur
2. **LH-Urin-Test**
3. **Serumentnahmen**, jeweils in:
 1. fFP
 2. sFP
 3. mLP

Eingangsuntersuchung beinhaltet:

1. **BIA**
2. **Leistungsdiagnostik:**
 1. Spiroergometrie auf dem Rad (80-20-3min)
3. Serumentnahme zur Bestimmung der Zytokinwerte

Experimentalgruppe



- Menstruationszyklus-gesteuertes Training
- Schlüsseleinheiten in sFP+Ovulation
- Regeneration in sLP+fFP



- beide Gruppen trainieren polarisiert und blockperiodisiert
- Umfang & Intensität in pair-matches wird gleichgehalten

Kontrollgruppe



- Training in umgekehrter Verteilung
- Schlüsseleinheiten in sLP+fFP
- Regeneration in sFP

Abschlussuntersuchung beinhaltet:

1. **BIA**
2. **Leistungsdiagnostik:** Spiroergometrie auf dem Rad (80-20-3min)
3. Serumentnahme zur Bestimmung der Zytokinwerte

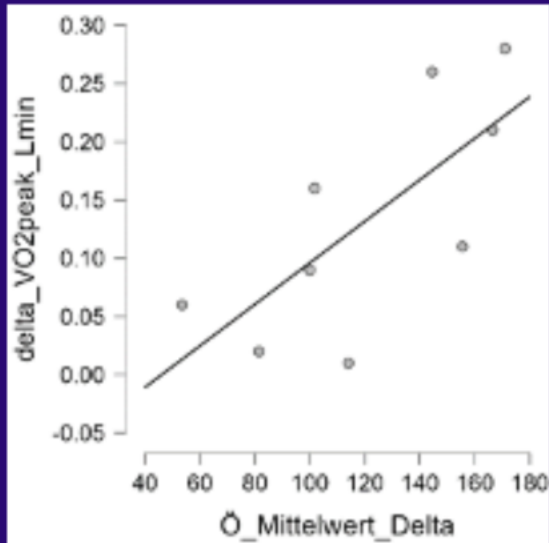
Stichprobe

Screening:

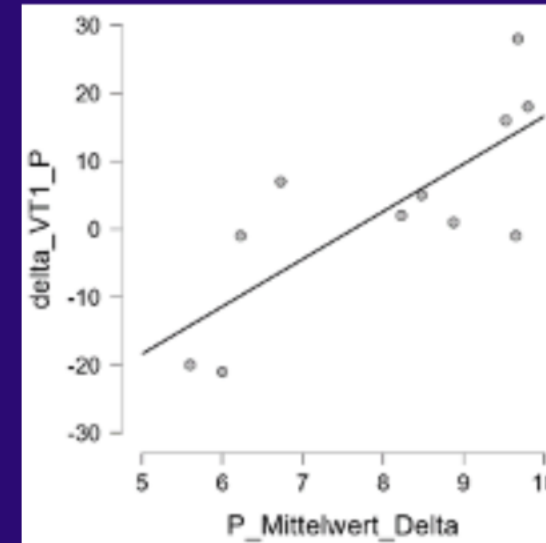
Einschlusskriterien:

- weiblich
- Regelmäßiger natürlicher MZ
- Alter: 18-45 Jahre
- BMI > 18
- Keine oralen Kontrazeptiva innerhalb der letzten 6 Monate
- Regelmäßiges Ausdauertraining (Triathlon&Radfahren)
- LEAF-Q Score < 8
- Keine akuten od. chronischen Krankheiten

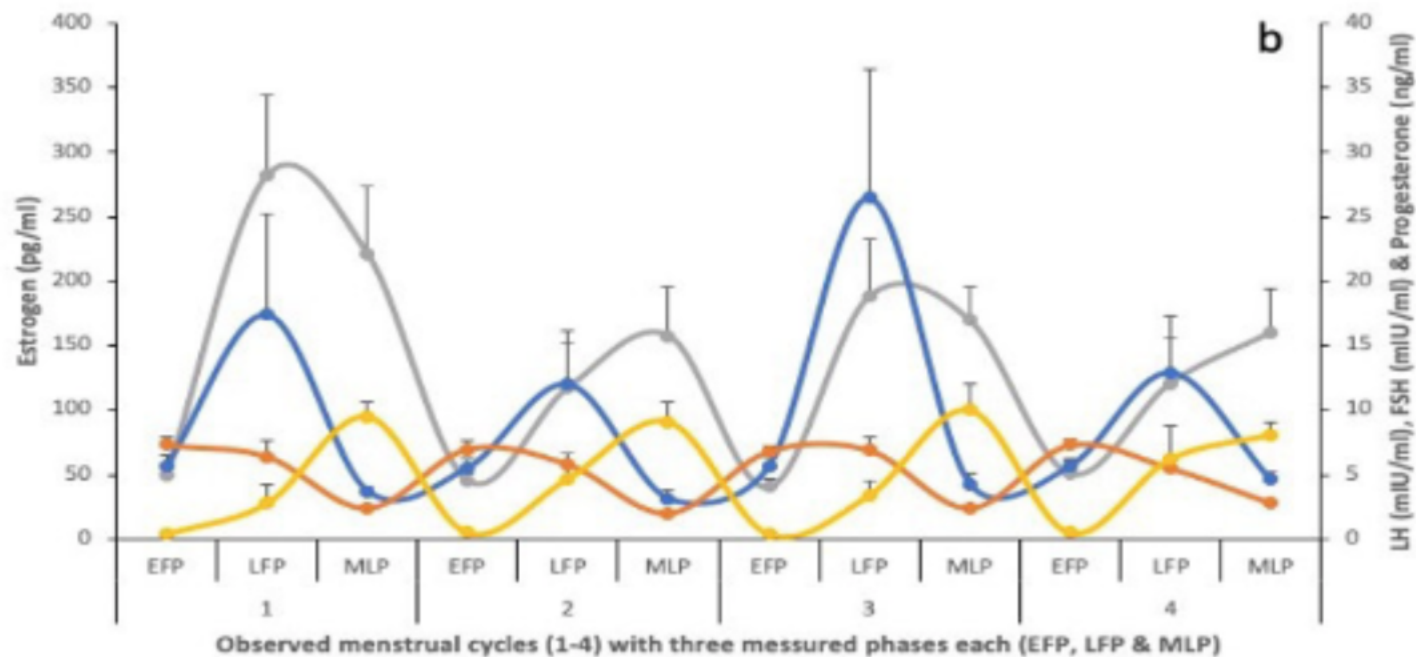
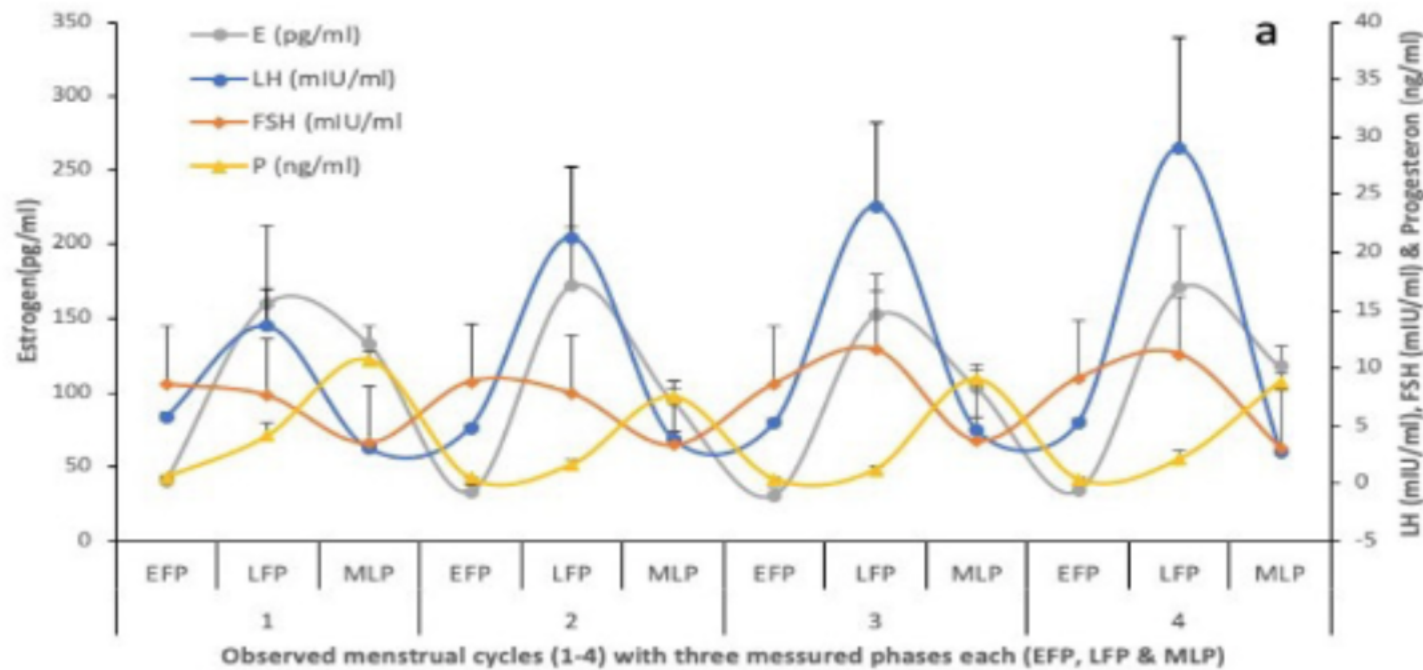
	MW ± SD
Alter (Jahre)	30,8 ± 5,1
Gewicht (kg)	65,9 ± 7,3
BMI (kg/m ²)	22,7 ± 2,2
Zykluslänge	28,2 ± 1,3
VO _{2peak} (ml/min/kg)	45,2 ± 7,1



Stärkere Ö-Schwankungen ->
höhere VO₂ -> größere
Relevanz von zyklusbasiertem
Training?



Progesteron high (fat max
Trainingsblock) -> VT₁ verbessert sich ->
größere Relevanz von zyklusbasiertem
Training?



höhere Belastung bei gleichem Training?

Kontrollgruppe:

- Trend zu niedrigerem Östrogen
- signifikanter Anstieg von TNF- α

**"You can't
outperform a bad
diet"**

Ernährung innerhalb des MZ



Female Athlete Nutrition

Hierarchy of Needs

(adapted from Holtzman and Ackerman 2021)

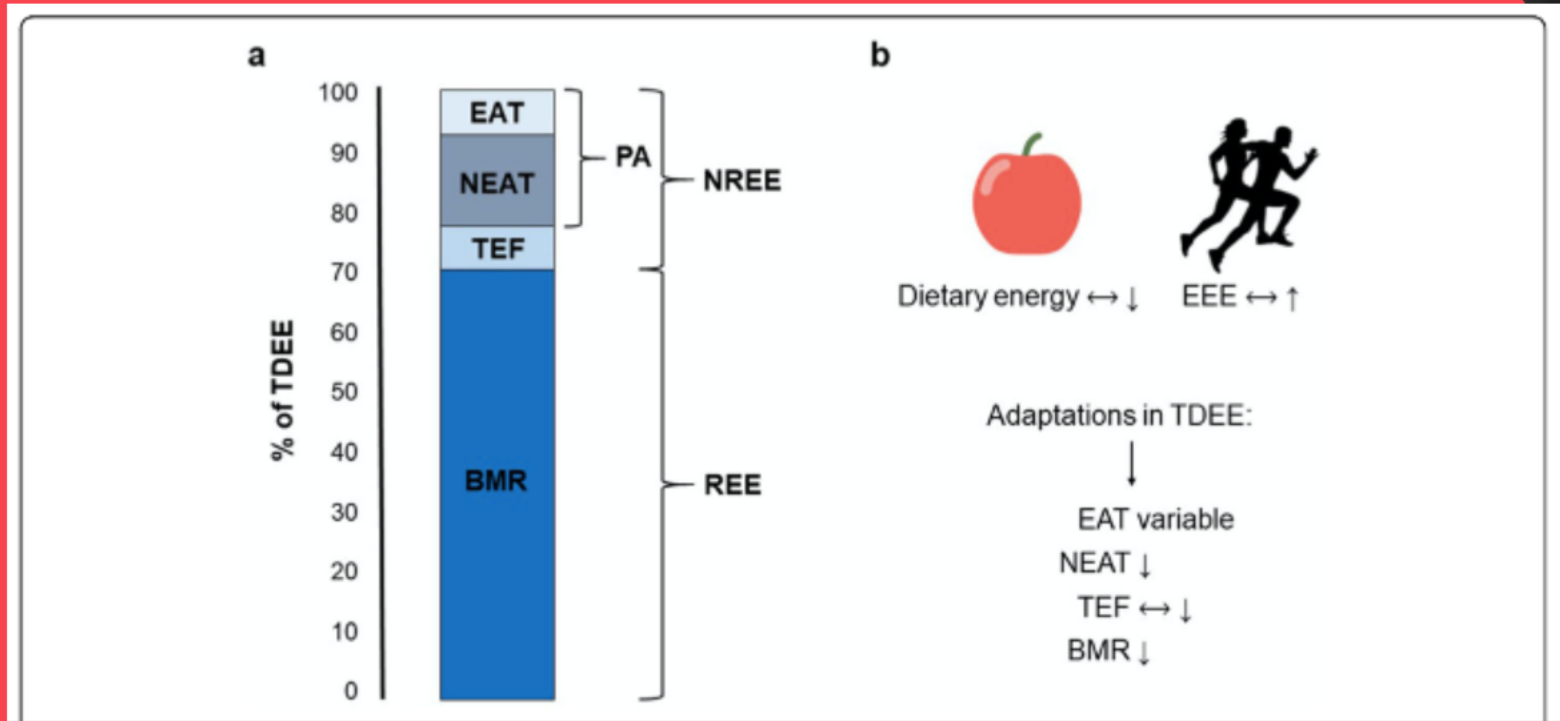


Mikro-
nährstoffe

Makro-
nährstoffe
pre/during/post

Energie-
verfügbarkeit

Grafik: twitter @jacksonlongms



**Relative
Energie-
verfügbarkeit**

**absolute
Energie-
verfügbarkeit**

**Ziel:
Bewusstsein
schaffen**

TDEE = total daily energy expenditure
BMR = basal metabolic rate
TEF = thermic effect of food
NEAT = non-exercise activity thermogenesis
EAT = exercise activity thermogenesis
EEE = energy exercise expenditure

benötigte Energie für
Aufrechterhaltung der
Körperfunktionen
(Homöostase,
Thermoregulation,
Anabolismus)



- **<30-35 kcal/FFM = niedrige Energieverfügbarkeit**
-> Schwelle für endokrine Dysfunktionen
- **40-45 kcal/FFM = ideal für Gewichtaufrechterhaltung**
- **>45 kcal/FFM = Gewichtszunahme/Hypertrophieeffekte**

$$\text{Relative Energieverfügbarkeit} = \frac{\text{Energiezufuhr (kcal)} - \text{Energieverbrauch durch Sport (kcal)}}{\text{Fettfreie Masse (kg)}}$$

bedenke: Aktivitätsumsatz
wird in der Formel nicht
berücksichtigt

Beispiel

Datum & Trainingstag (HIT, LIT, Red.)	Körpergewicht [kg]	kcal	Makronährstoffe [g]	Relative Menge Makronährstoffe [g/kg]	Empfehlungen	Relative Verteilung Makronährstoffe [%]	Relative Energieverfügbarkeit [kcal/kg FFM]	Interpretation
Beispiel: 1h Athletik, 2h mit 30' I3,...	absolut	Zufuhr	Kohlenhydrate	Kohlenhydrate	Kohlenhydrate	Kohlenhydrate	41,00	niedrige Energieverfügbarkeit
	56	4100	300	5,36	4 - 10g/kg	65%		<30-35 kcal/FFM
	FFM (= abs. - FM)	Umsatz (Sport)	Fette	Fette	Fette	Fette		Ideale Energieverfügbarkeit
	48,1	1620	60	1,07	...	13%		40-45 kcal/FFM
		Umsatz (Alltag)						
		500						
		Differenz	Proteine	Proteine	Proteine	Proteine		für Gewichtszunahme
		1980	100	1,79	1,4-2,0g/kg	22%		>45 kcal/FFM

Energiezufuhr
– (Grundumsatz
+ Bewegung abseits Sport
+ Sport)
= absolute Energieverfügbarkeit

Datum & Trainingstag (HIT, LIT, Red.)	Körpergewicht [kg]	kcal	Makronährstoffe [g]	Relative Menge Makronährstoffe [g/kg]	Empfehlungen	Relative Verteilung Makronährstoffe [%]	Absolute Energieverfügbarkeit [kcal]
	absolut	Grundumsatz (BIA)	Kohlenhydrate	Kohlenhydrate	Kohlenhydrate	Kohlenhydrate	-460
	56	1400	300	5,36	4 - 10g/kg	65%	
		Aktivitätsumsatz (PAL)					
		1,4					
		1960					
	FFM (= abs. - FM)	Umsatz (Sport)	Fette	Fette	Fette	Fette	
	48,1	1000	60	1,07	...	13%	
		Zufuhr	Proteine	Proteine	Proteine	Proteine	
		2500	100	1,79	1,4-2,0g/kg	22%	

	5 KHz	50 KHz	100 KHz	
R	559	467	439	
Xc	36	58	52	

○ Erste Messung
● Vorherige Messung
● Letzte Messung

Name: [REDACTED] Geburtsdatum: [REDACTED]
 Vorname: [REDACTED] Alter: 32 Jahre
 Geschlecht: männlich Größe: 1,93 m

	Erste Messung 15.12.2020	Aktuelle Messung 13.04.2021	Normalwerte der BMI-Klasse 19-24,9
Gewicht	87,4	90,0	--- kg
Body Mass Index BMI	23,5	24,2	19,0 - 25,0
Grundumsatz (Energieverbrauch in Ruhe)	1900	1930	--- Kcal

Phasenwinkel (Qualität der Magermasse)	6,8	7,1	5,6 - 7,4 *
Körperwasser	53,5	53,7	38,5 - 50,2 Liter
Magermasse (Fettfreie Masse, BCM plus ECM)	73,1	73,4	52,6 - 68,6 kg
ECM (Interstitium, Knochen, Bindegew.)	32,5	31,7	23,7 - 32,2 kg
BCM (Muskel- u. Organzellmasse)	40,6	41,7	27,8 - 37,8 kg
ECM/BCM Index	0,80	0,76	0,72 - 0,99
%-Zellanteil (Anteil BCM i.d. Magermasse)	55,5	56,8	50,2 - 58,0 %
Intrazelluläres Wasser ICW	30,4	30,8	24,3 - 29,5 Liter
Extrazelluläres Wasser ECW	23,1	22,9	14,8 - 21,5 Liter
Körperfett	14,3	16,6	8,7 - 20,4 kg
Körperfett %	16,4	18,4	--- %
Körperfett (korr.)	14,3	16,2	8,7 - 20,4 kg

ausgewogene Ernährung



Kohlenhydrate (55-60%)

5 g/kg/Tag (weniger intensive Tage)
bis 8-12 g/kg/Tag (intensivere und/oder längere Einheiten)



Fette (20-25%)

0,5 – 1,5 (+) g/kg/Tag



Proteine (12-15%)

1,4 bis 2,2 g/kg/Tag
auf 3-4 Mahlzeiten verteilt

Lutealphase: eher
1,6-2,0 g/kg/Tag

Hydration



Kohlenhydrate während des Trainings

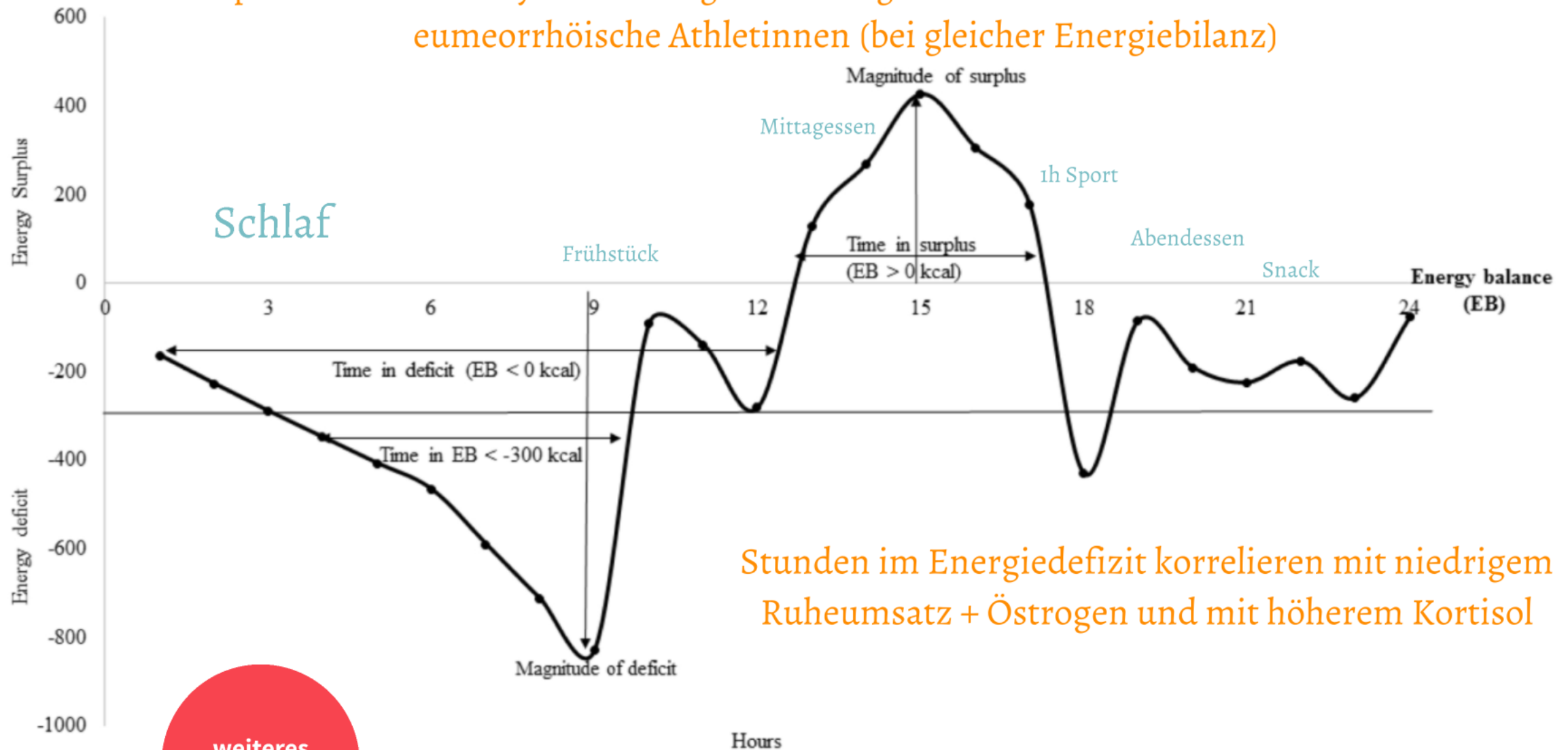
zu den richtigen Zeitpunkten

Kohlenhydrate nach dem Training

within-day
energy
deficiency

Murray&Rosenbloom (2018)
Sims et al. (2023)

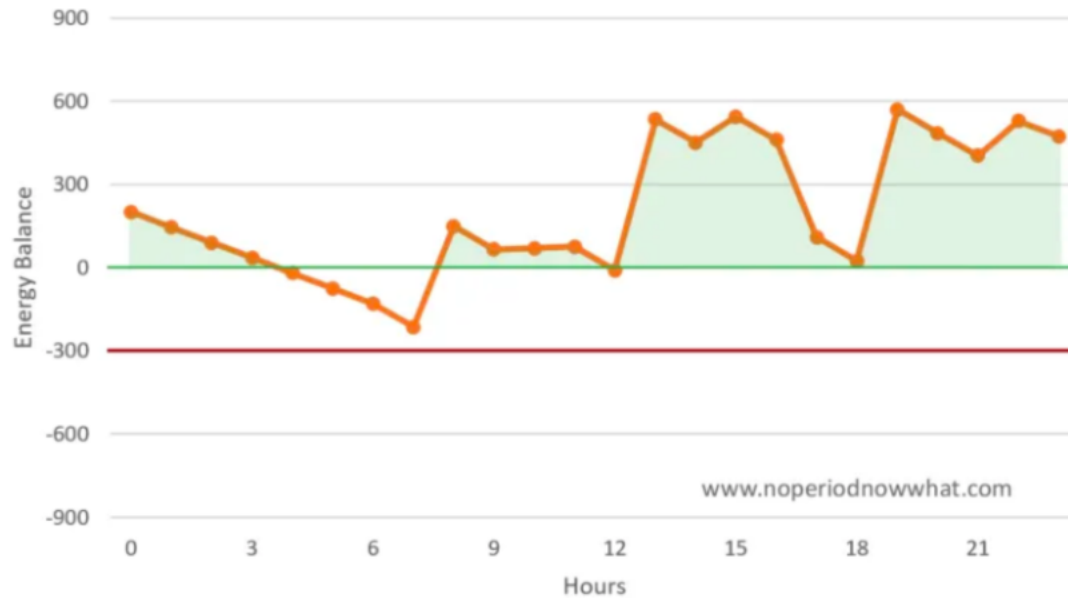
Sportlerinnen mit Zyklusstörungen verbringen mehr Zeit in kataboler Situation als eumeorrhäische Athletinnen (bei gleicher Energiebilanz)



weiteres
Beispiel

Stunden im Energiedefizit korrelieren mit niedrigem Ruheumsatz + Östrogen und mit höherem Kortisol

Example Within-Day Energy Balance: "All-in," Recovered
2500 kcal, daily EB = +219



- Frühstück direkt nach dem Aufstehen
- Snacks zwischen Frühstück & Mittagessen
- Kaffee vor
- Spaziergang am Nachmittag
- Abendessen + Snack danach



Example Within-Day Energy Balance: "All-in," Not Recovered
2500 kcal, daily EB = +219



- Spaziergang vor Frühstück
- keine Snacks bis zum Mittagessen
- Kaffee & Snacks am Nachmittag
- großes Abendessen

Fettstoffwechsel

Maximum des Fettstoffwechsels = 11-34g/h

in einem Herzfrequenzbereich von 103-150/min

Fettstoffwechsel wurde basierend auf geglätteten Daten (Gleitender Mittelwert (Zeitintervall) [Sek], 30) bestimmt.



1 - 2,5 h

30-60 g KH/h



ab 2,5 h

60-80 g KH/h



ab 4 h

>80 g KH/h



rennspezifisch

80-100 g KH/h



**innerhalb 30-40
min. post
exercise**



**KH unmittelbar nach
Training erhöhen
Insulinausschüttung,
Insulinsensitivität ->
Einlagerung von
Kohlenhydraten in
Muskulatur vereinfacht**

**um Glykogenspeicher
aufzufüllen -> Adaption an
Trainingsreiz
gewährleisten ->
Regeneration fördern**



**täglicher
Bedarf**

**vor
während
nach
Training**

Natrium



**ca. 2,5l pro Tag ohne Sport
--> 2,2 l + Nahrung**



individuell je nach Schwitzrate
zum Beispiel
500ml für 0,5kg Körpermassenverlust

Faustregel
ca. 250ml alle 20 min.

Eisen

Kalzium

Vitamin D

keine Substitution ohne Mangel!

Stage 1: Iron deficiency

Iron stores in bone marrow, liver, spleen depleted

Ferritin $< 35 \text{ ng mL}^{-1}$

Hemoglobin $> 11.5 \text{ ng dL}^{-1}$

Transferrin saturation $> 16\%$

Stage 2: Iron-deficient non-anemia

Erythropoiesis diminishes as the iron supply to the erythroid marrow is reduced

Ferritin $< 20 \text{ ng mL}^{-1}$

Hemoglobin $> 11.5 \text{ ng dL}^{-1}$

Transferrin saturation $< 16\%$

Stage 3: Iron-deficient anemia

Hemoglobin production falls, resulting in anemia

Ferritin $< 12 \text{ ng mL}^{-1}$

Hemoglobin $< 11.5 \text{ ng dL}^{-1}$

Transferrin saturation $< 16\%$

1. Eisen im Serum,
2. Ferritin,
3. Transferrin (TIBC),
4. %Sättigung

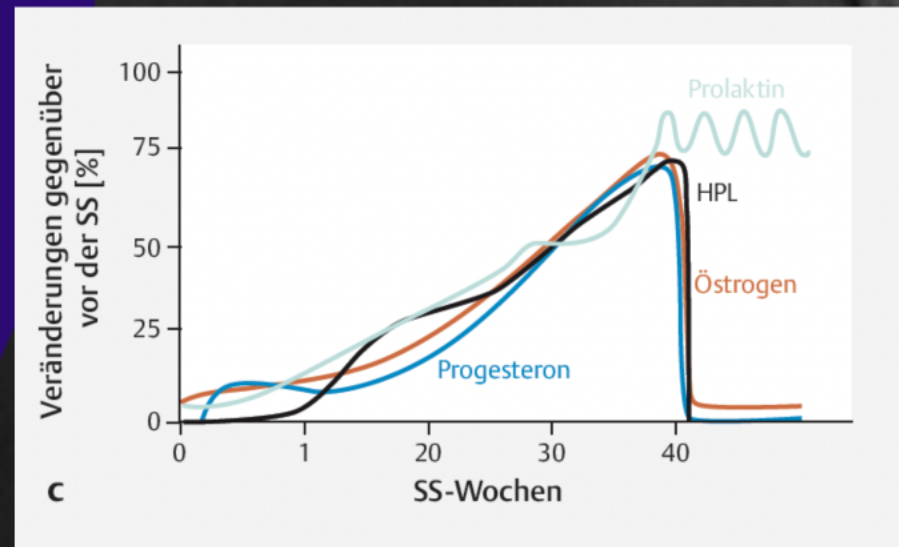
Table 3 Institute of Medicine levels of vitamin D concentrations
[130]

25-OH-vitamin D concentration (nM)	Vitamin D status
< 12.5	Very deficient
12.5– <30	Deficient
30–50	Inadequate
> 50	Adequate
> 180	Toxic

**Training in der
Schwangerschaft**

**Training nach der
Schwangerschaft**

**Beckenboden-
gesundheit**



Usinger (2025) aus Georgescu (2023)

DO'S and DONT'S



1 150 min. Sport pro Woche verteilt auf 3 Tage
--> aerobes Training "talk test"
+ Krafttraining
+ Beckenbodentraining

2 angemessene Aktivität REDUZIERT
Komplikationsrisiken
und sorgt für gute Gesundheit bei Mutter und Kind

3 VERMEIDEN:

- Sport bei Hitze und/oder hoher Luftfeuchtigkeit
- in der Höhe
- Tauchen
- Sportarten mit hohem Sturzrisiko
- WK nach Absprachen mit Arzt

4

- Ernährung (+150/200/250 kcal je Trimester)
- trinken! wg. erhöhtem Blutvol.
- Kühlstrategien (kalte Duschen)

nur 15% erfüllen diese Empfehlungen
(US-Frauen, 2011)

Empfehlungen gelten
für bereits aktive Frauen
+ übergewichtige Frauen
+ bisher inaktive Frauen

Studienlage

HIIT in der
Schwangerschaft

Sport in der Schwangerschaft...

- hat **präventiven Effekt** für Gestationsdiabetes, übermäßige Gewichtszunahme, Präeklampsie/Eklampsie und Frühgeburtlichkeit (Blaize et al., 2015)
- fördert **KEINE** Frühgeburtlichkeit durch low- oder medium impact Sport (Darroch et al., 2022)
- führt zu **KEINEN** signifikanten Unterschieden in der Länge der Eröffnungs- und Austrittsphase (unabhängig von low impact, high impact und Kontroll Gruppe) (Sigurdardottir et al., 2019)
- führt in höheren Aktivitätsgraden eher zu Geburtsgewicht im unteren Normbereich (Salvesen et al., 2012)

(how to) HIIT?

Effekte für Mütter

- Schwangerschafts-Diabetesrisiko sinkt
- HIIT Training wird als angenehmer empfunden als LIT
- HIIT Training lässt Cortisolspiegel ansteigen, allerdings mit einer signifikanten Verbesserung der psychischen Gesundheit (Wilczynska et al. 2024)

Effekte für Kinder

- besserer Umgang mit oxidativem Stress (größere Expression von HIF-1a, VEGF-B...)
- geringere Gewichtszunahme von Kindern HIIT-aktiver-Mütter im Vergleich zu Sitzenden + besseres Fett-Profil: geringeres Cholesterol und LDL
(bei Ratten untersucht)

- HIIT-Training bei nicht mehr als 90% HFmax!
-> fetale Bradykardie >90% HFmax
- unbedingt Pausen zwischen den Intervallen einhalten!
- bei Schwindel -> sofort stoppen!
- Vorsicht bei HIIT in Risiko- Schwangerschaft
- 2.-3. Trimester -> GO!
- 1. Trimester -> ??
- was bei Zwillings- oder Drillingsschwangerschaft?

Salvesen et al. (2012)

Ausdauer-
training

Kraft-
training

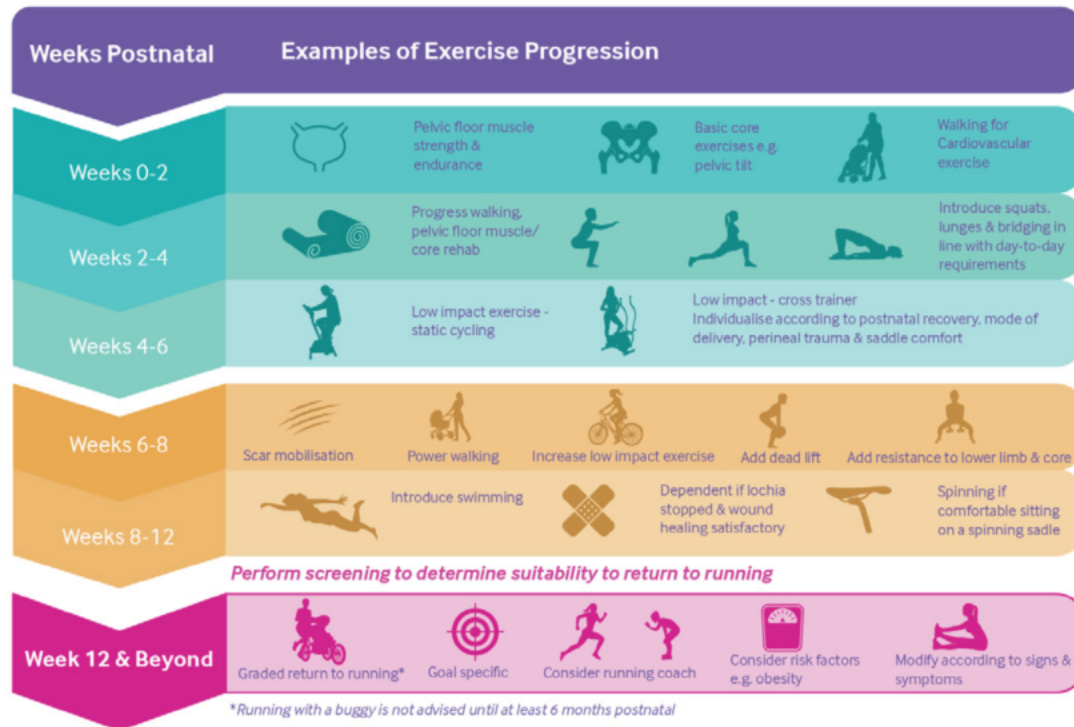
Stillzeit

Rektus
Diastase

Wochenbett-
depression

- nach 3 Monaten hatten 80% ihr präpartales Trainingspensum wieder erreicht (Darroch et al., 2022)

Guidance for Medical, Health & Fitness Professionals to Support Women in Returning to Running Postnatally



Screening to determine suitability to return to running



Is the mother at least 3 months postnatal?

No

Yes

Continue screen - potential to return to running if recommended tests are passed but screening may highlight she isn't ready

Continue screen if >6 weeks postnatal informing that the minimum recommended recovery prior to return to running is 3 months

Screening

Include use of validated outcome measures e.g. Australian Pelvic Floor Questionnaire and complete each of the following:



Pelvic Floor Screen via a Specialist Physio



Strength testing



BMI <30



Abdominal Screen for DRA including functional dynamic/load tests



Load and Impact screening +/- video analysis



RED-S screen



Additional considerations (breastfeeding/scar tissue/sleep)



Psychological screen for PND

Screening passed?

Yes

No

Graded return to running e.g. couch to 5K

Rehabilitation programme to address dysfunctional areas or signposting to relevant professionals e.g. physio, GP or Uro-gynae consultant

Repeat screen post-intervention

Source: Goom T, Donnelly G & Brockwell E. Returning to running postnatal - Guidelines for medical, health and fitness professionals managing this population. March 2019

SMI Sports Medicine NI

- VO₂max kann postpartal bei regelmäßigem, moderatem Training gleich oder höher sein als vor der Schwangerschaft
- Ausdauertraining sollte schrittweise gesteigert werden
- Geeignete postpartale Sportarten sind Ski-Langlauf, Crosstrainer und schnelles Gehen

- „Beckenbodenmuskulatur zuerst“ - direkt nach Geburt möglich

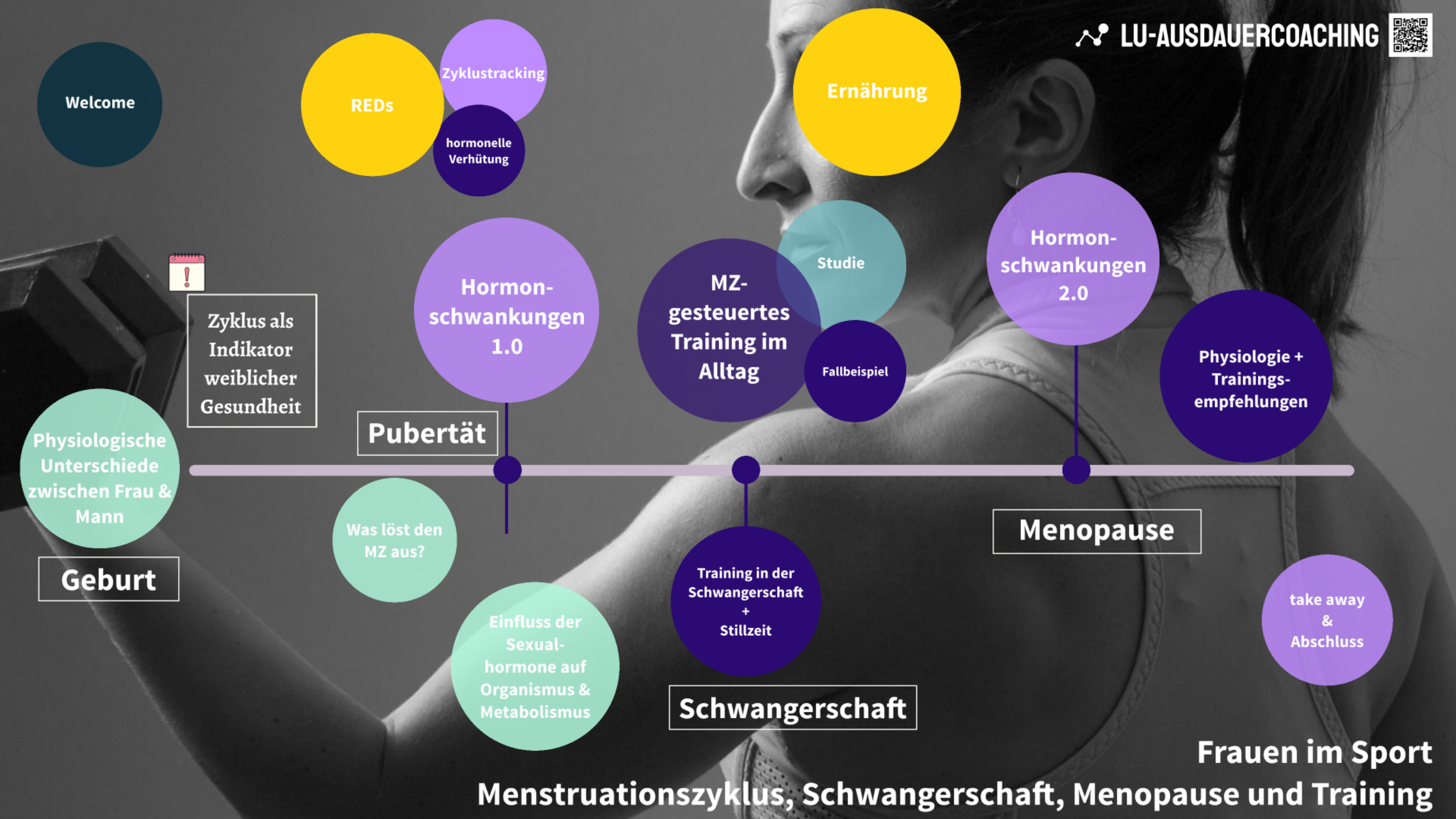
--> Entwicklung einer Harninkontinenz ist bei schwangeren Sportlerinnen leicht erhöht gegenüber der Kontrollgruppe (35,5% vs 29%) (Bø et al., 2017)

- Weiterer Fokus auf Bauch- und Rückenmuskulatur

- WHO Empfehlung: 6 Monate (essentiell für Immunsystemausprägung des Kindes)
- Sport während des Stillens ist sicher
- +600-700kcal mehr bei Vollstillenden
- Stillen verhindert 100% Leistungsfähigkeit
- körperliche Veränderung (Gewichtsreduktion) und Leistungsfähigkeit kommt zuverlässig nach Abstillen
- guter Fettstoffwechsel ist förderlich in Stillzeit
- angepasster supportiver Sport-BH!

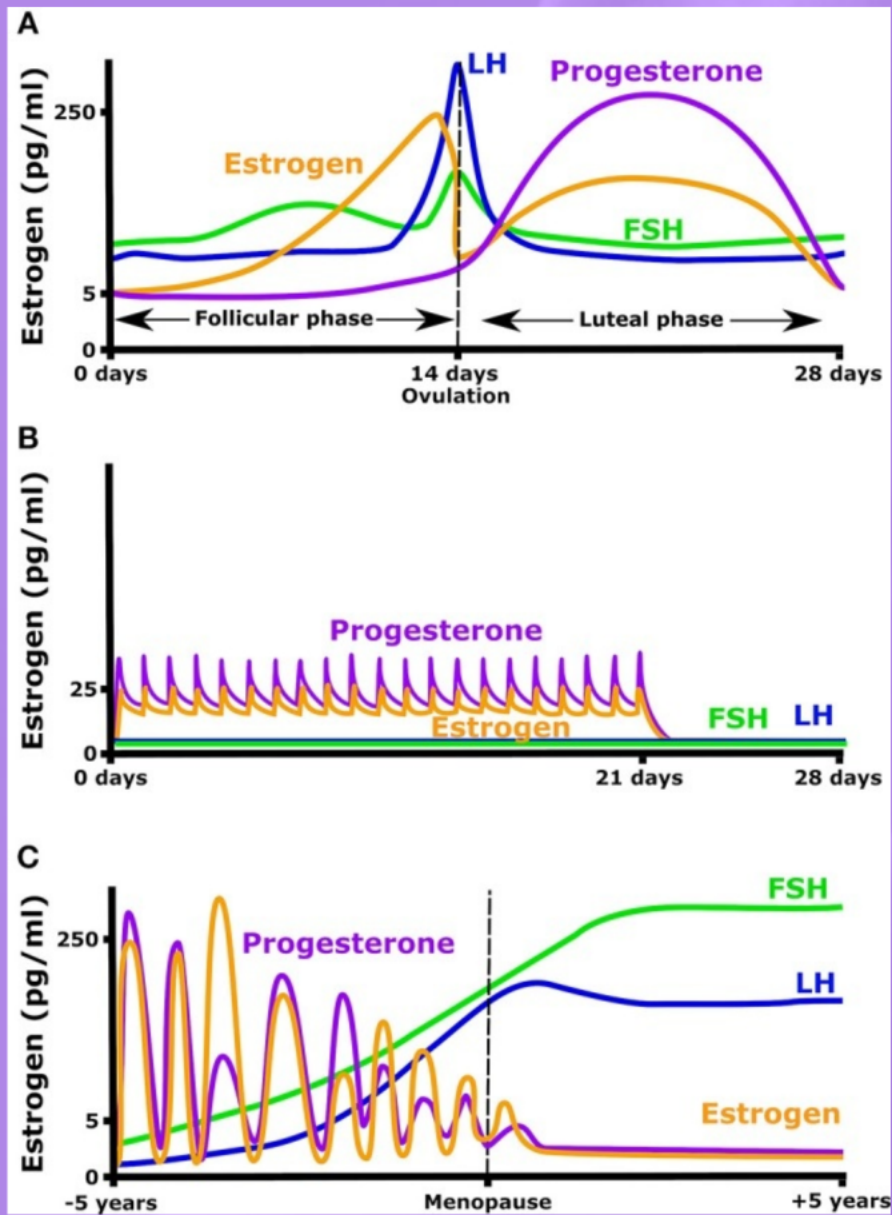
- Prävalenz im Spitzensport gleicht der Allgemeinbevölkerung
- Notwendigkeit einer starken Bauchmuskulatur
- bei anhaltender Beeinträchtigung Überweisung Physiotherapie + ggf. chirurgische Korrektur

- Körperliche Aktivität kann Risiko einer postpartalen Depression verringern
- Im Spitzensport zusätzliche Unterstützung evtl. benötigt



Frauen im Sport

Menstruationszyklus, Schwangerschaft, Menopause und Training



Chidi-Ogbolu&Barr (2019)

Klimakterium

Prämenopause

Zeit zw. ersten klimakterischen Beschwerden u. letzter Menstruation (Menopause)

Perimenopause (45+)

Zeitraum um die Menopause (sehr variabel!)

Postmenopause (51+)

Beginnt 12 Monate nach der letzten Menstruation

Menopause

Östrogen (Östradiol E₂, Östron E₁, Östriol E₃)
-> E₂ wird nicht mehr gebildet, E₁ wird aus dem Fettgewebe gebildet (auch nach der Menopause), E₃ nur während der Schwangerschaft

**Symptome,
Behandlung
&
Trainings-
empfehlungen**

Einfluss von
Östrogen
(E₂) auf den
Organismus

Einfluss von
Östrogen (E₂)
auf den
Metabolismus

Östrogen...

1 fürs Immunsystem

- reguliert Entzündungen
- beseitigt freie Radikale durch Produktion von Antioxidantien

2 als Regulator

- erhöht Serotonin
- kontrolliert Kortisol
- reguliert Körperkerntemperatur
- **kontrolliert Blutdruck**
- fungiert als Leptin (sattmachendes Hormon)

3 wirkt an Gewebe

- **hält die Vaginalschleimhaut aufrecht und dick**
- macht Bänder und Sehnen instabiler

Östrogen...

1 hat eine anabole Wirkung

- auf Muskeln und Sehnen (durch verbesserte Proteinsynthese)
- auf Knochen durch verbesserte Kalziumabsorption

2 verbessert die Kohlenhydrataufnahme und -speicherung

- durch verbesserte Insulinsensitivität (insulinabhängige+ unabhängige Transporter)
- > schnellerer Abbau des Blutzuckers bei Frauen als bei Männern

3 verbessert die aerobe Leistung

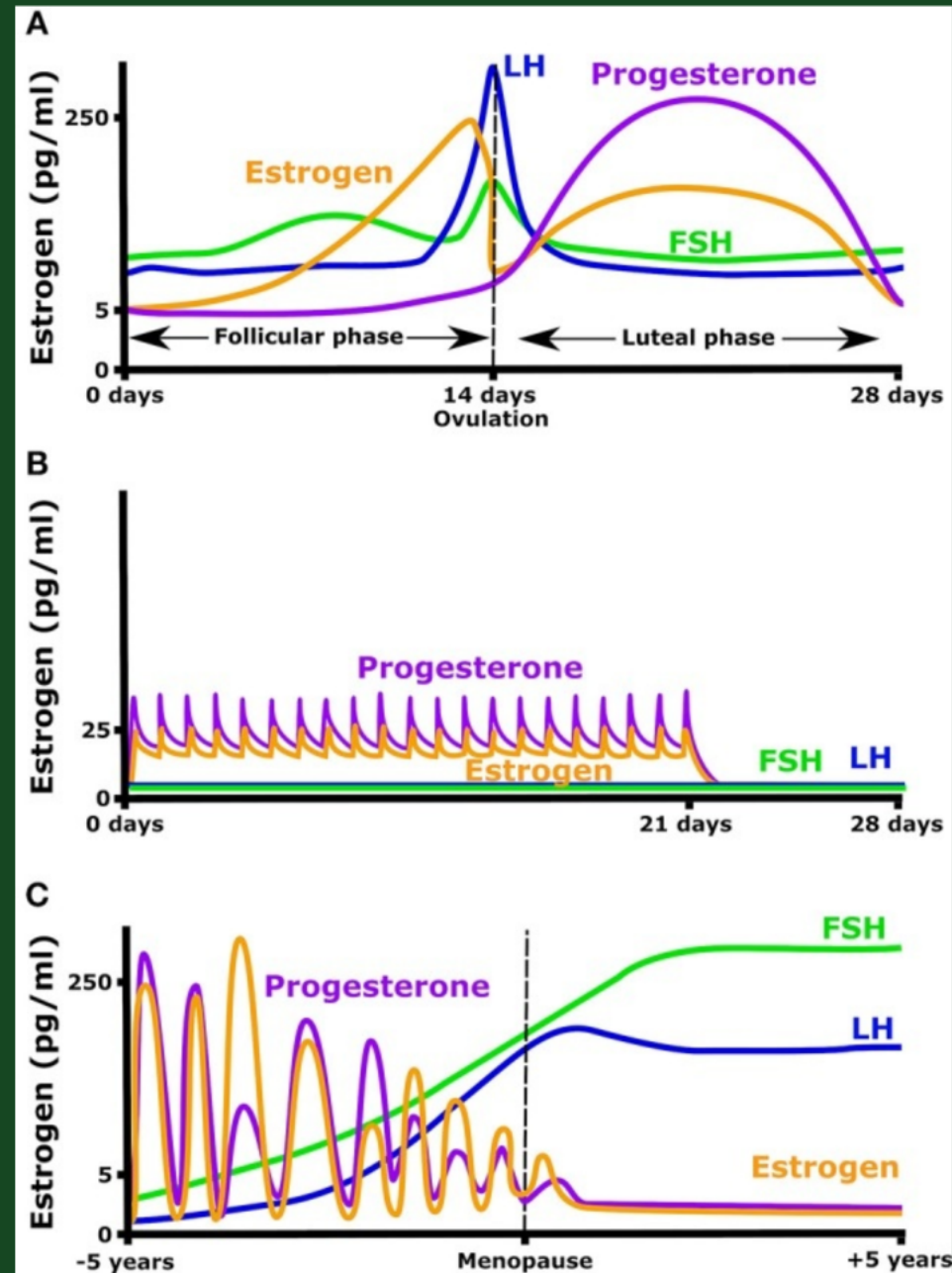
- durch bessere Verfügbarkeit der freien Fettsäuren im Blut (in Ruhe und während Belastung)
- durch verbesserte AMPK -> PGC-1α -> mitochondriale Biogenese???

Chidi-Ogbolu et al. (2018)
Hamadeh et al. (2005)
Tiller et al. (2021)
D'Eon et al. (2005)
Oosthuyse & Bosch (2010)

Symptome
&
Behandlung

Trainings-
empfehlungen

Ernährung



Symptome

- Hitzewallungen
- Kopfschmerzen/Migräne
- Stimmungsschwankungen
- Risiko für kardiovaskuläre Erkrankungen steigt
 - Verlust fettfreier Masse (Gewichtszunahme)
- starke Perioden
 - Inkontinenz
- vaginale Trockenheit
 - brain fog
- unruhiger Schlaf (Melatonin-Level sinken)

Behandlungsmöglichkeiten

- SSRIs
- Hormontherapie
 - HIIT (SIT)
- Max.kraft (verbessert Blutdruckkontrolle, erhöht Stoffwechselaktive Masse, erhöht Knochendichte)
 - Plyometrisches Training
 - proteinreiche Ernährung
- Progestin-Pillen mit geringem Östrogen, Spirale
 - Bauch- und Beckenbodentraining
 - niedrig dosiertes vaginales Östrogen
 - Training, Schlaf, Ernährung
- Schlafhygiene (verdunkeltes Schlafzimmer, kein Koffein am Abend, >2h vor Bett essen
 - Glas mit kaltem Sauerkirchsafft

Schwerpunkte

need for
muscles

2-3(!) Einheiten/Woche
>6-8 Sätze/Muskelgruppe/Woche

Hypertrophie+ Max.krafttraining

Hyp: 10-12 Wdh., 3 Sets, 80-90% 1 RM, 3' Pause
Max: 3-5 Wdh., 3-5 Sets, 90-100% 1 RM, 3-5' Pause

1-3x/Woche,
je nach Gesamtload

HIIT

bei 90% VO₂max
RPE 9-10/10

3x8x20/10

3x8x40/20

3x8x30/30

P: 4'

multidirektionaler
Impact! -> BMD

Plyometrisches Training / Tennis/Squash/Basketball

Squat Jumps
Jumping Jacks
Seitsprünge
Skippings
Mountain Climber

epigenetische
Veränderungen an
Muskelzelle ->
Kraftverbesserung,
Mitochondrienfunktion (+),
GLUT4

beispielhafte
Wochen-
struktur

Isenmann et al. (2023)
Sims & Yeager (2022)

**3-8%
Muskelmassen-
verlust pro
Dekade
ab 30 J.**

**5-10%
Muskelmassen-
verlust pro
Dekade
> 50 J.**

**Risiko steigt für
Insulinresistenz,
Knochenverlust,
Diabetes, HKL-
Erkrankungen**

ausdauerlastige Woche

10	11	12	13	14	15	16	
☛ day off	↔ Hypertrophietraining 1:15:00 3 Übungen für große Muskelgruppen z.B. Kniebeugen/Split Squats, Kreuzheben/Hip Thrusts, Latziehe...	✿ Ga1 2:00:00 Ga1 40g-60 carbs/Stunde + auf ausreichend Flüssigkeitszufuhr achten	🧘 Yoga 1:00:00	↔ Hypertrophietraining 1:15:00 3 Übungen für große Muskelgruppen z.B. Kniebeugen/Split Squats, Kreuzheben/Hip Thrusts, Latziehe...	🚴 Ga1-2 2:00:00 Ga1 40g-60 carbs/Stunde + auf ausreichend Flüssigkeitszufuhr achten	✿ Ga1 2:00:00 Ga1 40g-60 carbs/Stunde + auf ausreichend Flüssigkeitszufuhr achten	
							Fitness6 CTL Fatigue5 ATL Form0 TSB Total Duration 9:30 00:00 Bike Duration 2:00 00:00 Strength Duration 2:30 00:00 XC-Ski Duration 4:00 00:00 Other Duration 1:00 00:00 Distance 0.00 km Training Stress Score 0 TSS

Hypertrophietraining

↔ 1:15:00 -- km -- TSS

Upload

Analyze

Warm Up

Main Set

Build Workout

Cool Down

📄

📊

❤️

⚡

🕒

Planned

Completed

Description

Duration

1:15:00

h:m:s

Calories

kcal

TSS

TSS

IF

IF

Min

Avg

Max

Heart Rate

bpm

Equipment

Shoes

Select Shoe

3 Übungen für große Muskelgruppen
z.B. Kniebeugen/Split Squats, Kreuzheben/Hip Thrusts, Latziehen/Bankdrücken

3-4 Sets
10-12 Wdh.
80-90% 1RM
Satzpause: 3'

Pre-activity comments

Post-activity comments

Enter a new comment

Tags

+

intensive Woche

17	18	19	20	21	22	23	
☛ day off	↔ Maximalkrafttraining 1:15:00 3 Übungen für große Muskelgruppen z.B. Kniebeugen/Split Squats, Kreuzheben/Hip Thrusts, Latziehe...	✿ 3x8x40/20 HIITs 1:20:00 102 TSS 10 min. locker einfahren 8' Rampe 3' @Ga1 3x8x40/20 HIIT @constant best effort Serienpaus...	🧘 Yoga 1:00:00	↔ Maximalkrafttraining 1:15:00 3 Übungen für große Muskelgruppen z.B. Kniebeugen/Split Squats, Kreuzheben/Hip Thrusts, Latziehe...	☛ day off	🚴 3x8x40/20 HIITs 1:20:00 102 TSS 10 min. locker einfahren 8' Rampe 3' @Ga1 3x8x40/20 HIIT @constant best effort Serienpaus...	
							Fitness9 CTL Fatigue24 ATL Form-4 TSB Total Duration 6:10 00:00 Total Training Stress Score 204 0 Bike Duration 1:20 00:00 Strength Duration 2:30 00:00 XC-Ski Duration 1:20 00:00 Other Duration 1:00 00:00 Distance 0.00 km

Maximalkrafttraining

↔ 1:15:00 -- km -- TSS

Upload

Analyze

Warm Up

Main Set

Build Workout

Cool Down

📄

📊

❤️

⚡

🕒

Planned

Completed

Description

Duration

1:15:00

h:m:s

Calories

kcal

TSS

TSS

IF

IF

Min

Avg

Max

Heart Rate

bpm

Equipment

Shoes

Select Shoe

3 Übungen für große Muskelgruppen
z.B. Kniebeugen/Split Squats, Kreuzheben/Hip Thrusts, Latziehen/Bankdrücken

3-5 Sets
3-5 Wdh.
90-100% 1RM
Satzpause: 3-5'

Pre-activity comments

Post-activity comments

Enter a new comment

Tags

+

ausgewogene Woche

3	4	5	6	7	8	9	
☛ day off	↔ Hypertrophietraining 1:15:00 3 Übungen für große Muskelgruppen z.B. Kniebeugen/Split Squats, Kreuzheben/Hip Thrusts, Latziehe...	🧘 Yoga 1:00:00	☛ day off	↔ Maximalkrafttraining 1:15:00 3 Übungen für große Muskelgruppen z.B. Kniebeugen/Split Squats, Kreuzheben/Hip Thrusts, Latziehe...	🚴 Ga1 3:00:00 Ga1 40g-60 carbs/Stunde + auf ausreichend Flüssigkeitszufuhr achten	🚴 3x8x40/20 HIITs 1:20:00 102 TSS 10 min. locker einfahren 8' Rampe 3' @Ga1 3x8x40/20 HIIT @constant best effort Serienpaus...	
							Fitness7 CTL Fatigue15 ATL Form4 TSB Total Duration 7:50 00:00 Total Training Stress Score 102 0 Bike Duration 4:20 00:00 Strength Duration 2:30 00:00 Other Duration 1:00 00:00 Distance 0.00 km

ausdauerlastige Woche

10	11	12	13	14	15	16		
📅 day off	↔️ Hypertrophietraining 1:15:00 3 Übungen für große Muskelgruppen z.B. Kniebeugen/Split Squats, Kreuzheben/Hip Thrusts, Latziehe...	❄️ Ga1 2:00:00 Ga1 40g-60 carbs/Stunde + auf ausreichend Flüssigkeitszufuhr achten	🕒 Yoga 1:00:00	↔️ Hypertrophietraining 1:15:00 3 Übungen für große Muskelgruppen z.B. Kniebeugen/Split Squats, Kreuzheben/Hip Thrusts, Latziehe...	🚲 Ga1-2 2:00:00 Ga1 40g-60 carbs/Stunde + auf ausreichend Flüssigkeitszufuhr achten	❄️ Ga1 2:00:00 Ga1 40g-60 carbs/Stunde + auf ausreichend Flüssigkeitszufuhr achten	⋮	Fitness 6 CTL Fatigue 5 ATL Form 0 TSB Total Duration 9:30 00:00 Bike Duration 2:00 00:00 Strength Duration 2:30 00:00 XC-Ski Duration 4:00 00:00 Other Duration 1:00 00:00 Distance 0.00 km Training Stress Score 0 TSS

intensive Woche

17	18	19	20	21	22	23		
							⋮	Fitness Fatigue Form

Hypertrophietraining



1:15:00

-- km

-- TSS

Upload

Analyze

Warm Up

Main Set

Build Workout

Cool Down



Planned Completed

Duration

1:15:00

h:m:s

Calories

kcal

TSS

TSS

IF

IF

Min

Avg

Max

Heart Rate

bpm

Equipment

Shoes

Select Shoe



Description



3 Übungen für große Muskelgruppen
z.B. Kniebeugen/Split Squats, Kreuzheben/Hip Thrusts, Latziehen/Bankdrücken

3-4 Sets
10-12 Wdh.
80-90% 1RM
Satzpause: 3'

Pre-activity comments

Post-activity comments

Enter a new comment

Tags



Maximalkrafttraining



1:15:00

-- km

-- TSS

Upload

Analyze

Warm Up

Main Set

Build Workout

Cool Down



Planned

Completed

Description



Duration

1:15:00

h:m:s

Calories

kcal

TSS

TSS

IF

IF

Min

Avg

Max

Heart Rate

bpm

Equipment

Shoes

Select Shoe

3 Übungen für große Muskelgruppen
z.B. Kniebeugen/Split Squats, Kreuzheben/Hip Thrusts, Latziehen/Bankdrücken

3-5 Sets
3-5 Wdh.
90-100% 1RM
Satzpause: 3-5'

Pre-activity comments

Post-activity comments

Enter a new comment

Tags



Vorsicht vor LEA!

- Periode als Zeichen von LEA fehlt
- Menopause Symptome werden verschlimmert
 - > Teufelskreis

Proteine (+)
mind. 1,5 g/kg/Tag

SCIENCE & APPLICATION

Training in der
(kompliationslosen)
Schwangerschaft ist
essenziell, fördert die
Gesundheit von Mutter
und Kind und verringert
Komplikationen

Kommunikation

MZ beeinflusst eine Vielzahl von
Komponenten
--> welche Einschränkungen Sportlerinnen
spüren, ist individuell; Beeinträchtigungen
aber weit verbreitet (Beobachtung
+ Kommunikation wichtig!)
--> Zyklusgesteuertes Training kann sinnvoll
sein, muss es aber nicht
--> mindestens:
Zyklustracking
Ruhewochen in sLP/fFP legen (auf
"schlechteste Tage")

noch
Fragen?

Abschlussrunde

es gibt zahlreiche
Optionen
Wohlbefinden,
Gesundheit &
Leistungsfähigkeit in
Menopause
aufrechtzuerhalten

--> (Un)regelmäßigkeiten im Zyklus
als Anhaltspunkt für
Loadmanagement nutzen
--> Energieverfügbarkeit
(bedarfsgerechte Ernährung zu
richtigen Zeitpunkten) wichtigste
Basis für Gesundheit &
Leistungsfähigkeit (auch in
Menopause + bei Männern)

weiterführende
Literatur/Kanäle

*hier findet ihr Podcasts, Artikel,
youtube-Dokumentationen...*

