

# Ermüdung – Erholung – Anpassung: Regeneration aus sportmedizinischer Sicht

**Magglinger Trainertagung 2017**

Regeneration. In der Ruhe liegt die Kraft

Sibylle Matter

24. Oktober 2017

A blue curved graphic element in the bottom right corner of the slide, consisting of two overlapping curved shapes in different shades of blue.

# Dr. med. Sibylle Matter

Leitende Ärztin Medizin im Zentrum für Sport und Bewegungsmedizin Medbase Bern



Medbase Bern Zentrum  
Schwanengasse 10  
3011 Bern

[sibylle.matter@medbase.ch](mailto:sibylle.matter@medbase.ch)

031 990 31 11

## Ausbildung

2013 FMH Allgemeine Innere Medizin

2007 Fähigkeitsausweis in Sportmedizin SGSM

2002 Fähigkeitsausweis in Manueller Medizin SAMM

1993 – 1999 Medizinstudium an der Universität Bern mit Abschluss als Dr. med.

## Funktionen

Seit 2017 Chief Medical Officer Swiss Triathlon

Seit 2015 Teamärztin Schwimmklub Bern

Seit 2014 Medical Team Swiss Cycling

Seit 2014 Teamärztin Stadtturnverein Bern Leichtathletik

Seit 2011 Medical Team Swiss Triathlon

Seit 2011 Mitglied Kommission ATZ von Antidoping Schweiz

2005 – 2009 Mitglied Fachgruppe Ausdauer Swiss Olympic

## Sportliche Erfolge

2008/2009 Siegerin Ironman Zürich

2005 Vize-Weltmeisterin XTerra Maui, Hawaii

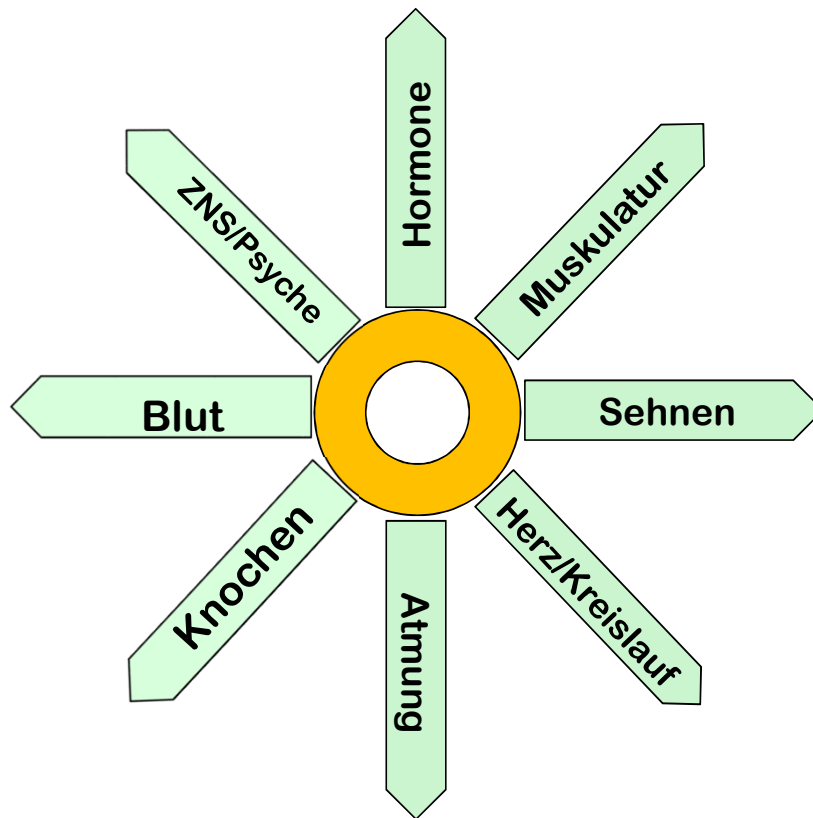
2002 9. Rang Ironman Hawaii

2000 Teilnehmerin Triathlon Olympische Spiele Sydney





## Modell: Systeme einer Athletin



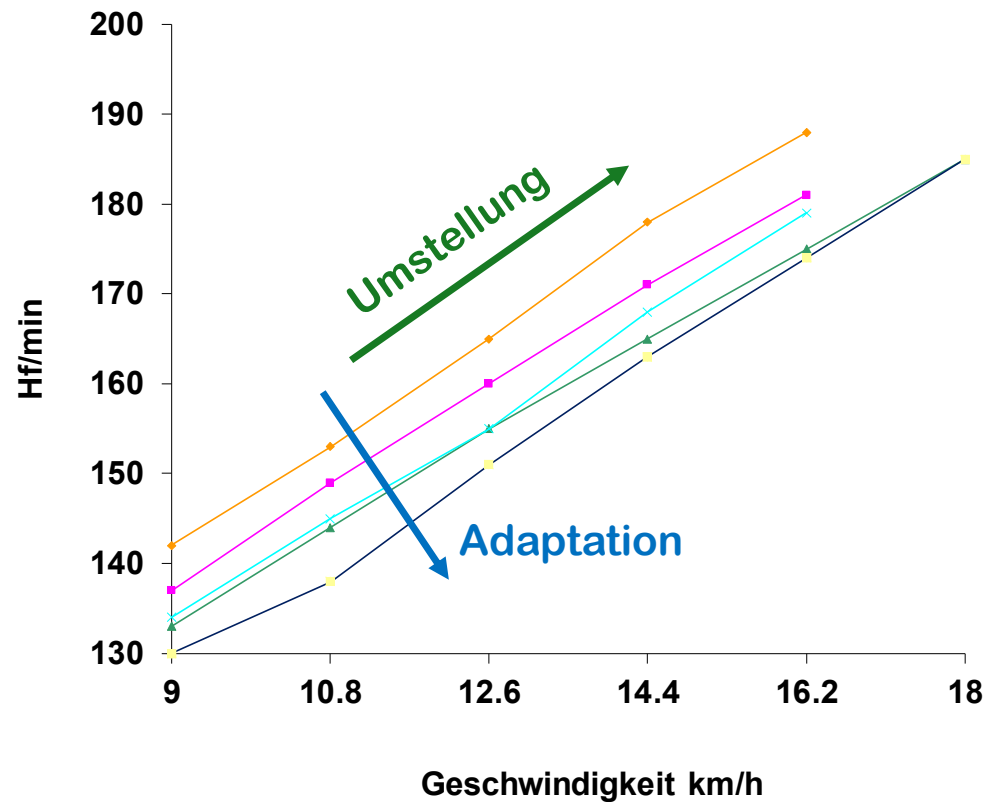


# Adaptation

## Adaptation

Anpassung der  
verschiedenen  
Systeme an  
wiederholte  
Beanspruchung  
→ Hypertrophie  
Herzmuskulatur  
→ Ökonomisierung

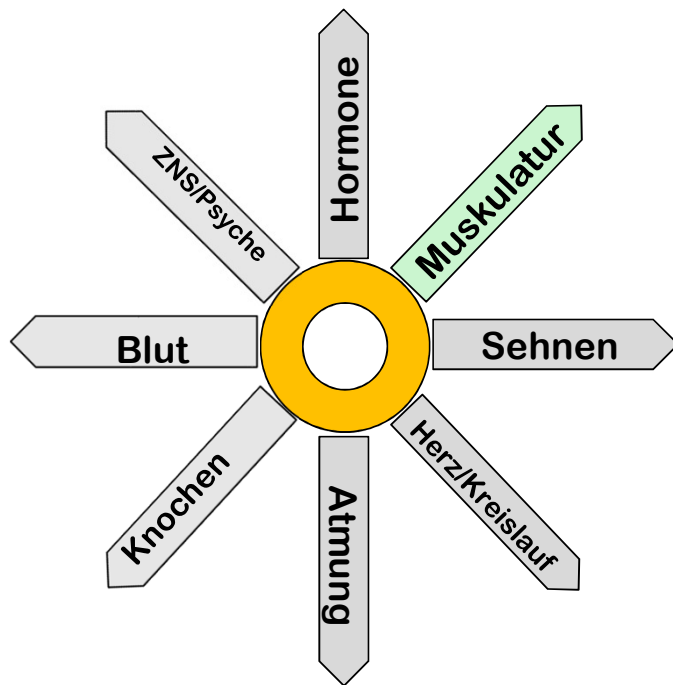
Adaption  $\neq$  Umstellung



## Umstellung

Steigerung der  
Herzfrequenz bei  
Belastung

# Muskulatur - Adaptation



## 1-2 Wochen

- ↑ Synchronisation und ↑ Aktivierung muskulärer Einheiten → Bewegungsablauf flüssiger.
- Aktivierung Mitochondrien-Synthese und Glykogenspeicher

## 2-3 Wochen

- ↑ Proteinsynthese und Strukturumbau des Muskelgewebes → Sportartspezifische Anpassung
- ↑ Mitochondrien → ↑ oxidative Kapazität, Verdoppelung nach mehreren Wochen möglich

## 3-4 Wochen

- Muskelhypertrophie (bei Krafttraining)
- ↑ Kapillarisation

## Fall 1

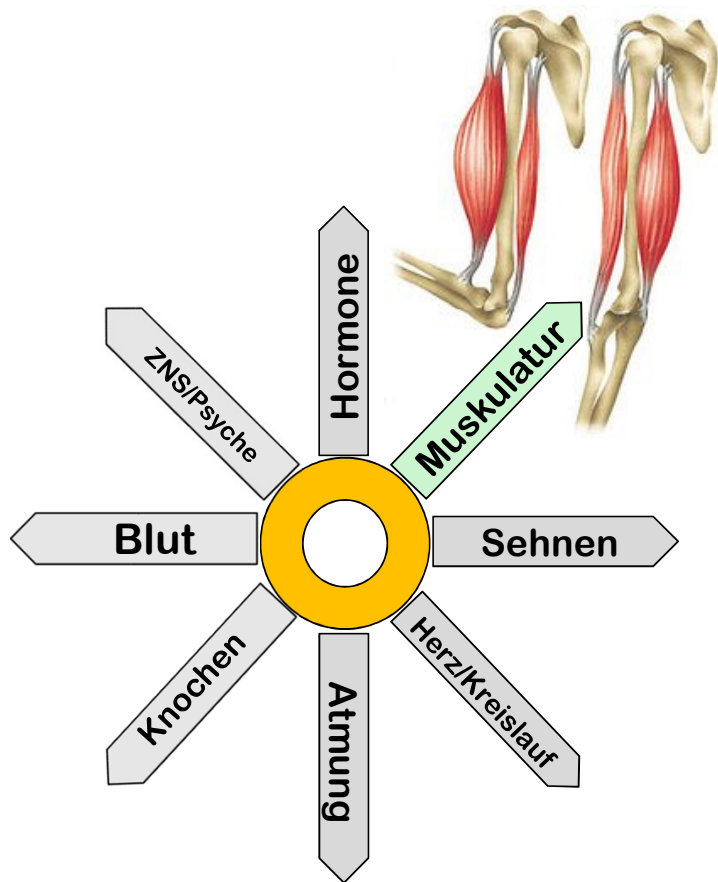


Langläufer, in Form, erleidet bei Wettkampf einige Wochen vor Saisonhöhepunkt einen Muskelfaserriss der Wade.

Bild: Christine Alder



# Muskulatur: Regeneration und Monitoring



- Erneuerung von Proteinen/Aminosäuren ca. 2% pro Tag → Erneuerung der Muskulatur in ca. 7 Wochen (Annahme)
  - Heilung von Muskelfaserabschnitten durch Aktivierung von Satellitenzellen mit folgender Zellteilung.
  - Begrenzte Anzahl Teilungen (Alterung).
  - Heilungsprozess (3) – 6 – (13) Wochen.
- 
- MRI
  - Ultraschall
  - CK (Serum)
  - Biopsie

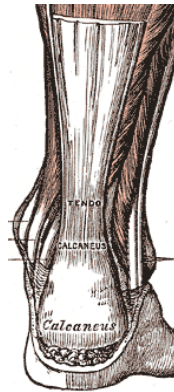
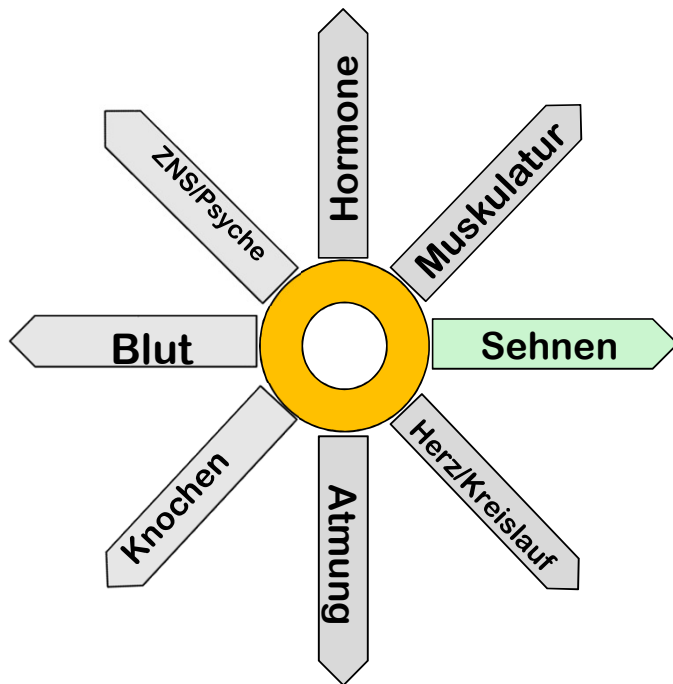
A female athlete with blonde hair in a ponytail, wearing a red and black athletic uniform, is captured in a dynamic running pose on a green artificial turf track. She is leaning forward with her arms pumping. In the background, other athletes and spectators are visible, though out of focus. The scene is brightly lit, suggesting a sunny day.

## Fall 2

Ambitionierte Mittel- und Langstreckenläuferin entscheidet sich, ab der neuen Saison mehr über Mittelfuss, als über Ferse zu laufen.

Bild: SHSV

# Sehnen



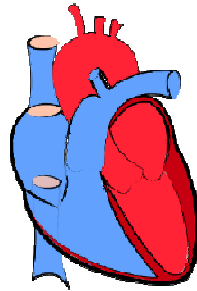
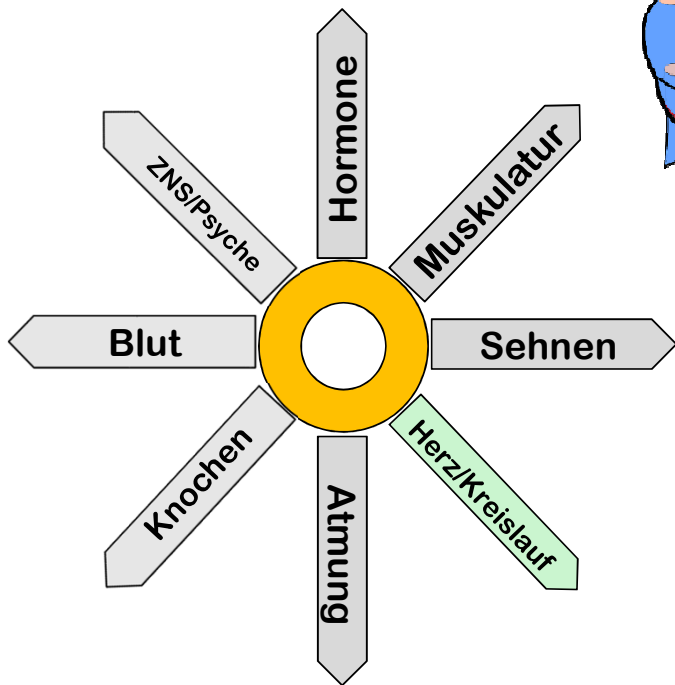
- Schlechte Durchblutung, Diffusion über umgebendes Gewebe
- Heikle Zone bei Übergang Muskel/Sehne
- Einfluss auf Kapillardichte:
  - Körperliche Aktivität↑↑
  - chronische Überlastung/Inaktivität: ↓
  - Alter, asymmetrische Belastung: ↓
  - Degeneration: Aufquellen von Fasern
- Regeneration geht lange, komplex
- Ultraschall, MRI



### Fall 3

Ruderer hat sich grössere Schnittwunde zugezogen und muss deswegen zum Nähen auf den Notfall. Dabei weist er bei der Überwachung eine tiefe Herzfrequenz von 38/min. auf, das Pflegepersonal ist beunruhigt.

# Herz/Kreislauf



- $\uparrow$  Vagotonus  $\rightarrow$   $\downarrow$  HF ab 8 Tagen
- Hypertrophie (mehrere Monate; mind. 3-5h Aktivität/Wo)  $\rightarrow$   $\uparrow$  Schlagvolumen und  $\uparrow\uparrow$  Herzminutenvolumen
- $\uparrow$  Aktivität Schlüsselenzyme ca. 2%/Jahr möglich
- Erhöhung  $VO_2\max$  um das Doppelte möglich (mehrere Wochen/Monate)
- HF, HRV,  $VO_2\max$
- Sonographie (Herz)



## Fall 4

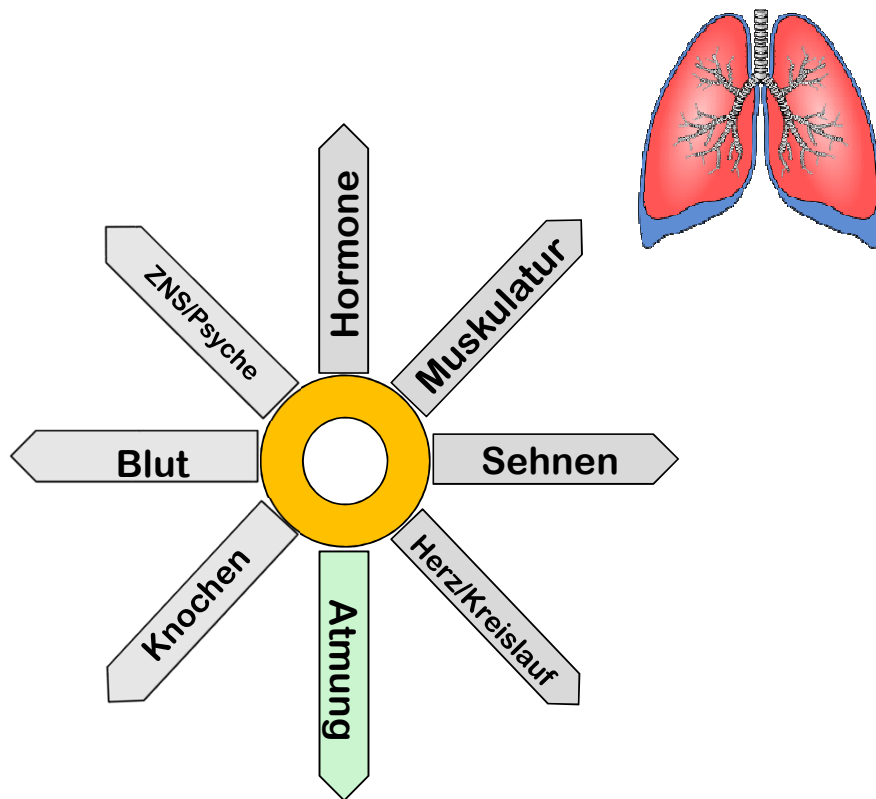
Junge Mountainbikerin beklagt sich, dass sie in letzter Zeit bei steilen Anstiegen keine Luft mehr bekommt.

Bild: Ralph Arvesen





# Lunge



- Minimale Veränderung von Vitalkapazität
  - peripherer Sauerstofftransport ↑
  - ↑ Kraft Atemmuskulatur →  
↑ Atemminutenvolumen
  - Umstellung: Erhöhte Ventilation
- 
- Lungenfunktionsmessung
  - O<sub>2</sub>-Diffusionskapazität

Fall 5

Orientierungsläufer mit Unterarmfraktur nach einem Sturz.

Bild: Oskar Karlin

Fall 5

Orientierungsläufer mit Unterarmfraktur nach einem Sturz.

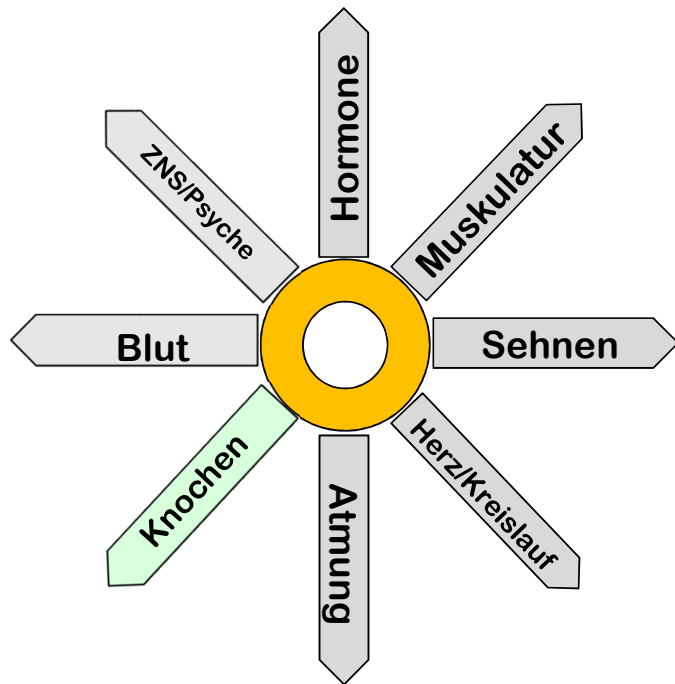
Bild: Oskar Karlin

Fall 5

Orientierungsläufer mit Unterarmfraktur nach einem Sturz.

Bild: Oskar Karlin

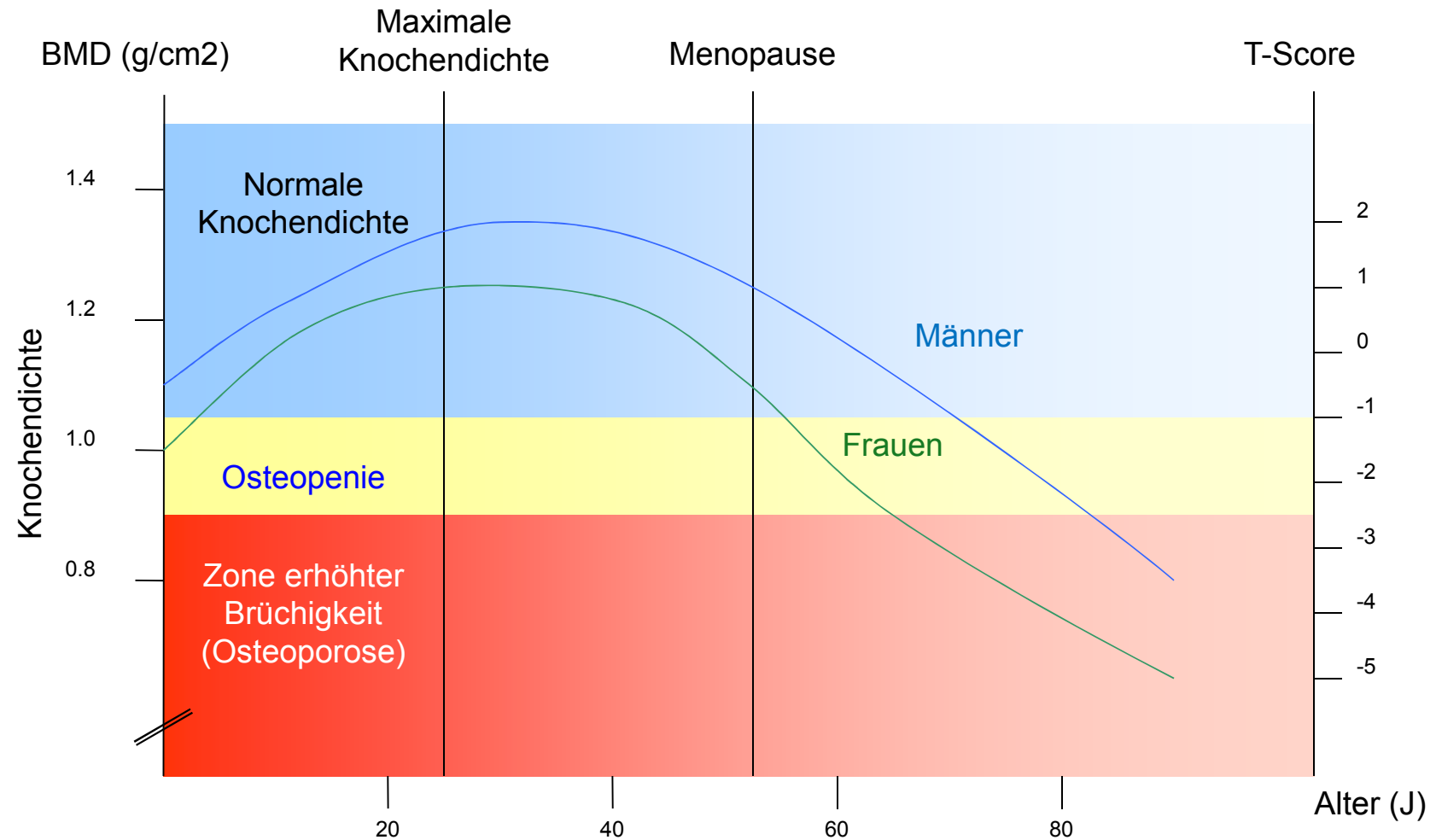
# Knochen/Knorpel



- Bradytrophes Gewebe
  - Frakturheilung: (4) – 6 – (12 Wochen)
  - Knochen: High Impact, Hormone, Vitamin D, Calcium, Energie
  - Knorpelverletzung: ohne oder nur ungenügende Heilung
  - ↑ Knorpelregeneration: regelmässige, achsengerechte jedoch nicht übermässige Belastung
- 
- Röntgen, CT, MRI
  - Knochenstoffwechsel
  - DEXA



## Verlauf Knochendichte

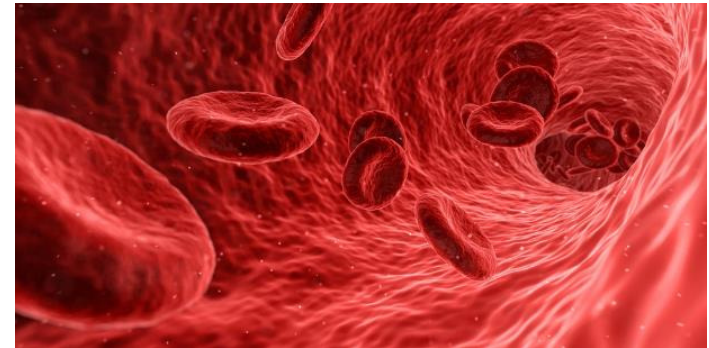
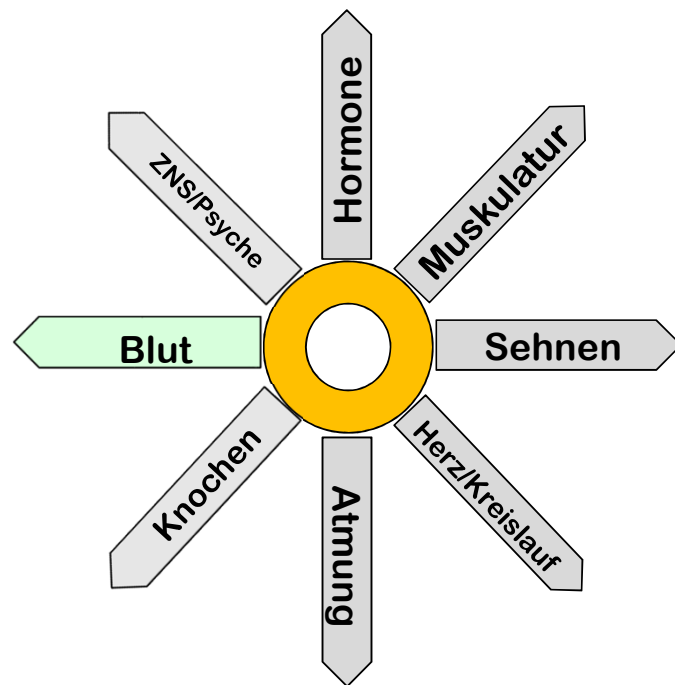


## Fall 5

Triathlet fliegt nach 3 Wochen Höhentrainingslager in St. Moritz/Muottas Muragl in Topform an Wettkampf in Lissabon. Dort kann er aber wegen einer starken Erkältung nicht starten.

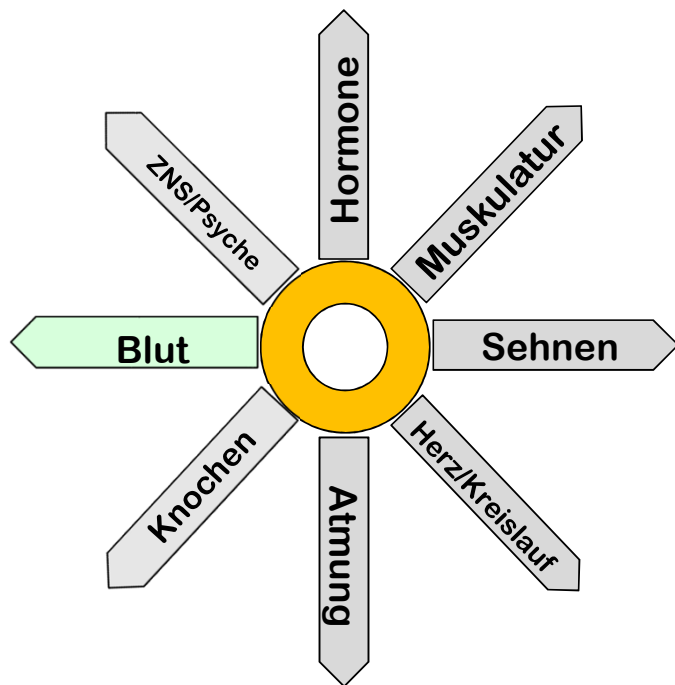
Bild: Andrea Rudin

# Blut



## Erythrozyten

- $\uparrow$  Blutvolumen und  $\uparrow\uparrow$  Plasmavolumen nach 10-20 Tagen  $\rightarrow$   $\downarrow$  Hämatokrit
- $\uparrow$  Erythrozytenvolumen 30-40 Tage
- Verbesserung Blutflusseigenschaften, Verbesserung Lipidprofil
- Herz-Kreislauf-Risiko  $\downarrow$
- Blutbild, Htk, Hb, Ferritin, Blutvolumen



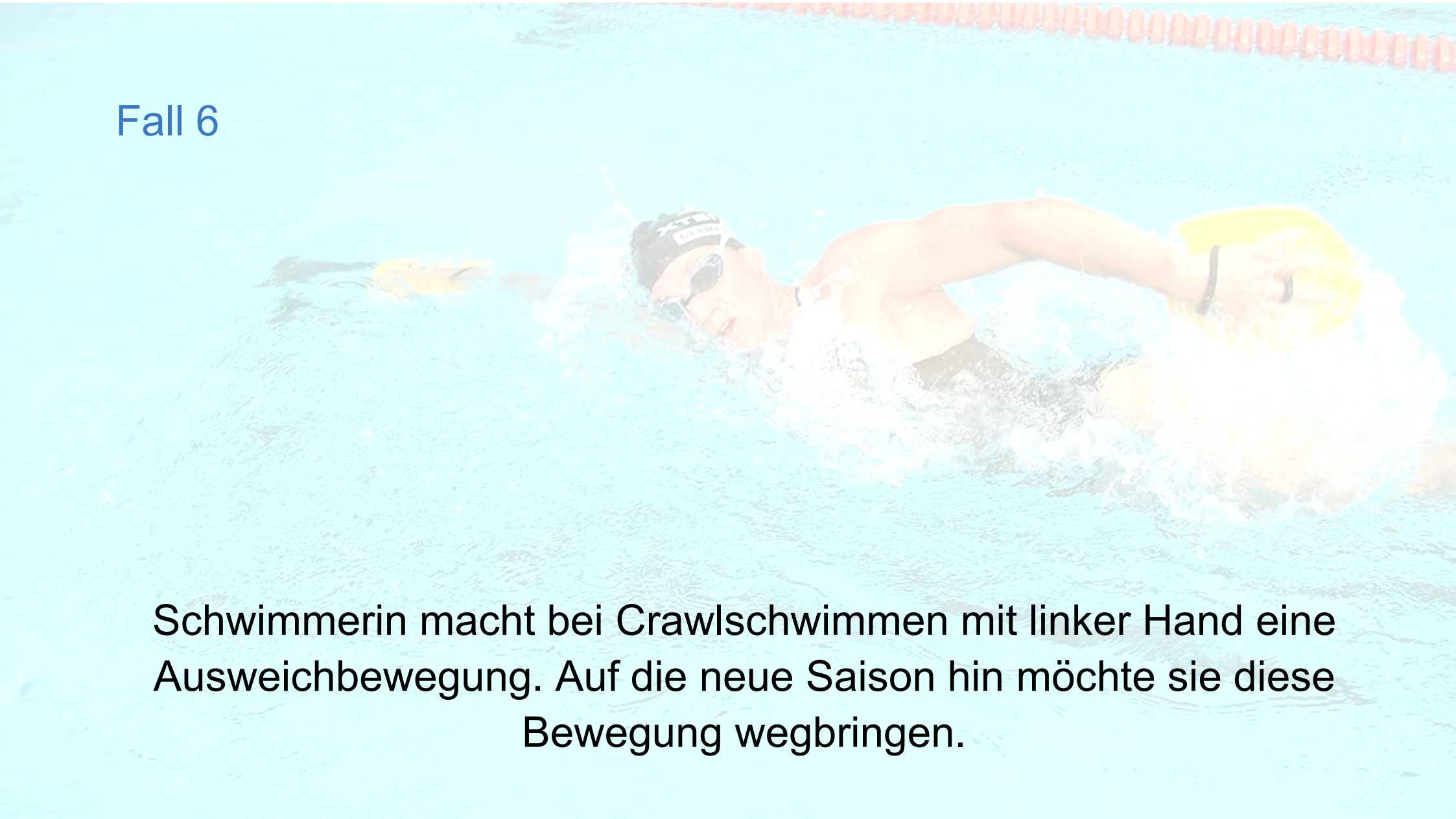
## Leukozyten/Abwehr

- Moderates Ausdauertraining  
↑ Immunität
- Regelmässiges Hochleistungstraining  
↓ Leukozyten
- kurzfristig nach Belastung/bei Überlastung ↓↓
- Nach herausragender Leistung instabiler Zustand 1-2 Wochen

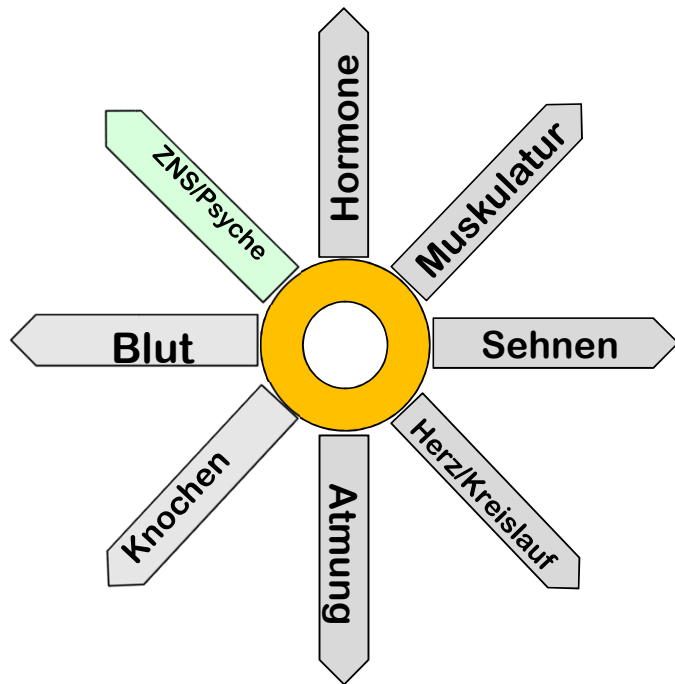


## Fall 6

Schwimmerin macht bei Crawlschwimmen mit linker Hand eine Ausweichbewegung. Auf die neue Saison hin möchte sie diese Bewegung wegbringen.



# Zentrales und vegetatives Nervensystem; Psyche



- Abstimmung der Funktion/Steuerung der veränderten Muskulatur nach 5-6 Wochen
- Zentrale Abspeicherung regelmässig wiederholter Bewegungsabläufe
- ↑ Vagotonus
- POMS, REST-Q, DALDA, etc.

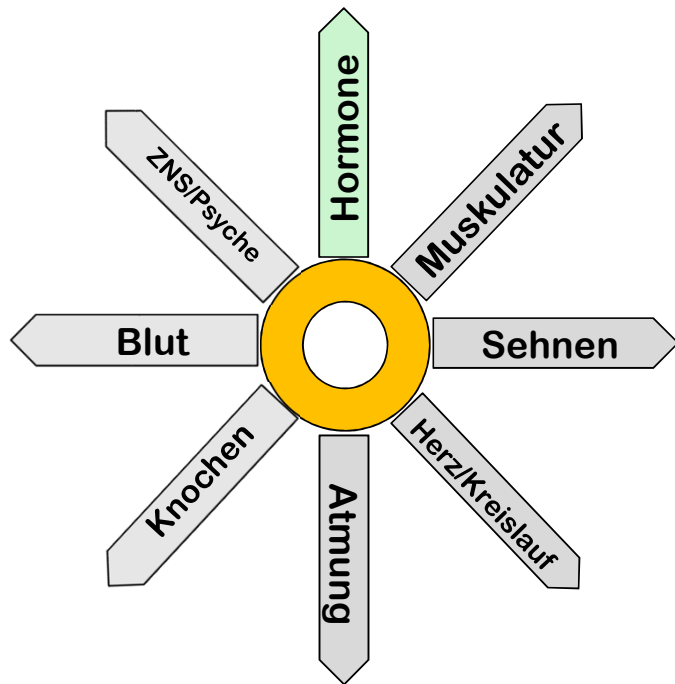
## Fall 7

Für einmal zum Hobbysport  
Übergewichtige junge Frau mit erhöhtem Zuckerspiegel  
beginnt mit regelmässigem Ausdauertraining  
(Schwimmen – Standvelo – Walking und schlussendlich Jogging)

Bild: Heikki Sikala

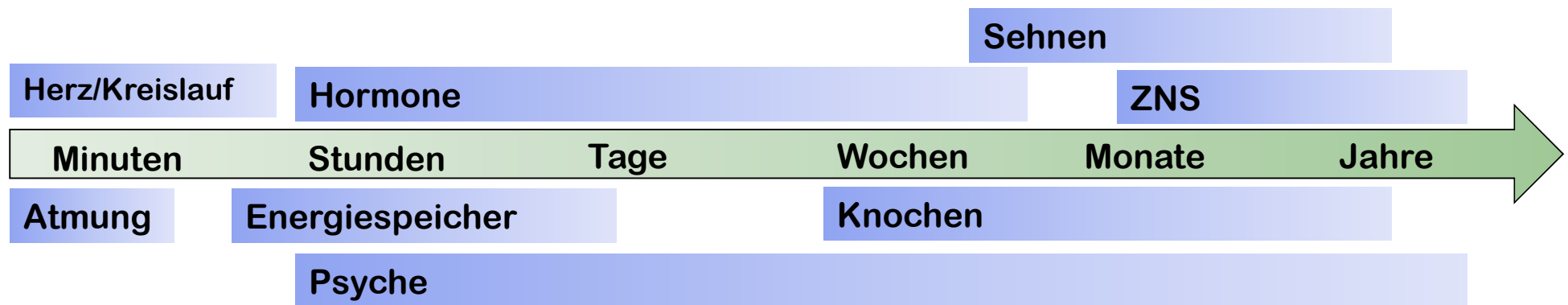


## Hormone / Stoffwechsel

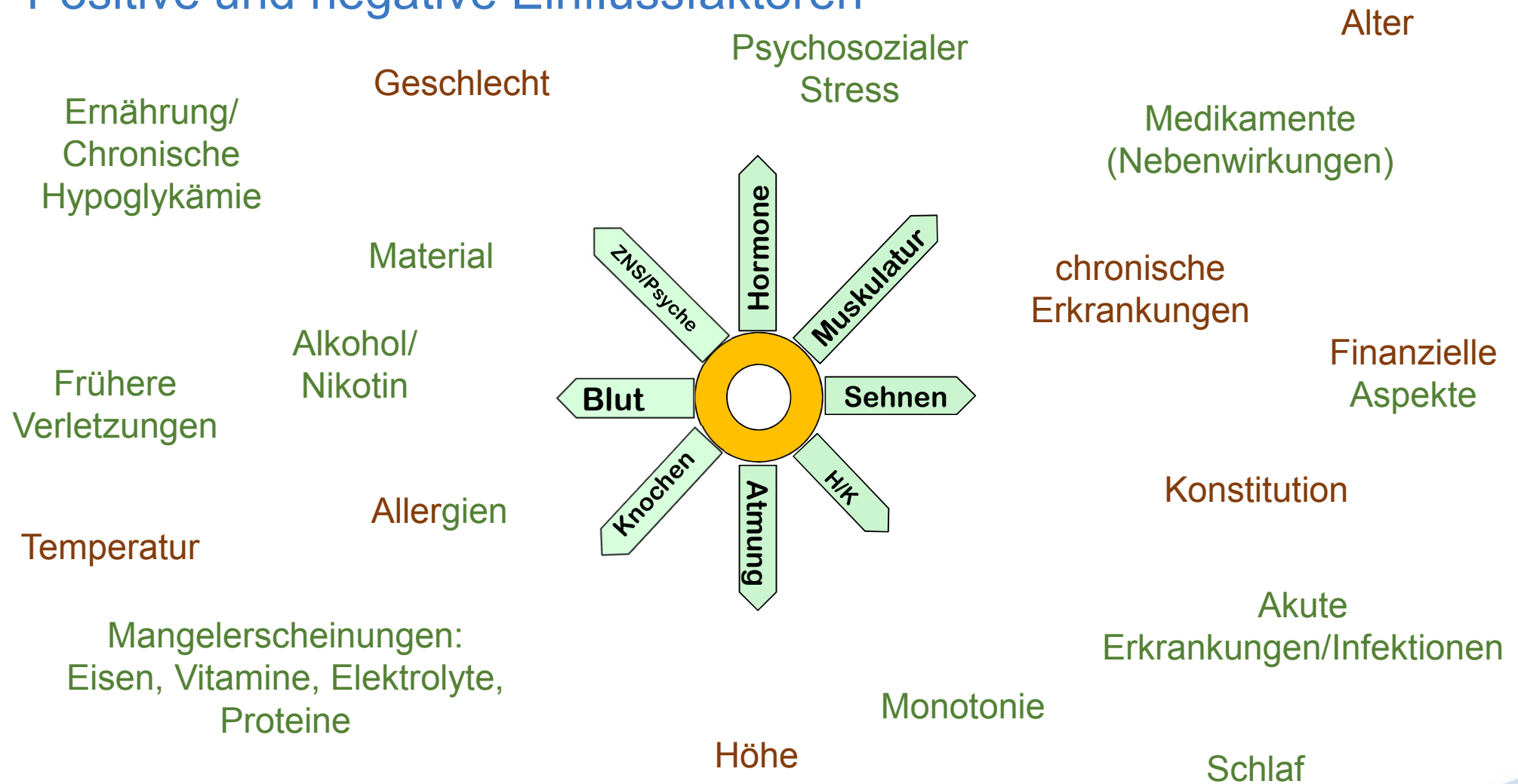


- Hochleistungssport: Cortisol ↑
  - Bei Belastung ↓ Anstieg
  - Insulin in Ruhe ↓
  - Restliche hormonelle Basalspiegel meist ↓
  - Grössere Reserve bei Belastung
- 
- Spiroergometrie ( $V\text{CO}_2/V\text{O}_2$ )
  - Laktat, Glc, Mineralstoffe
  - Hormonspiegel

# Regeneration im Verlauf der Zeit

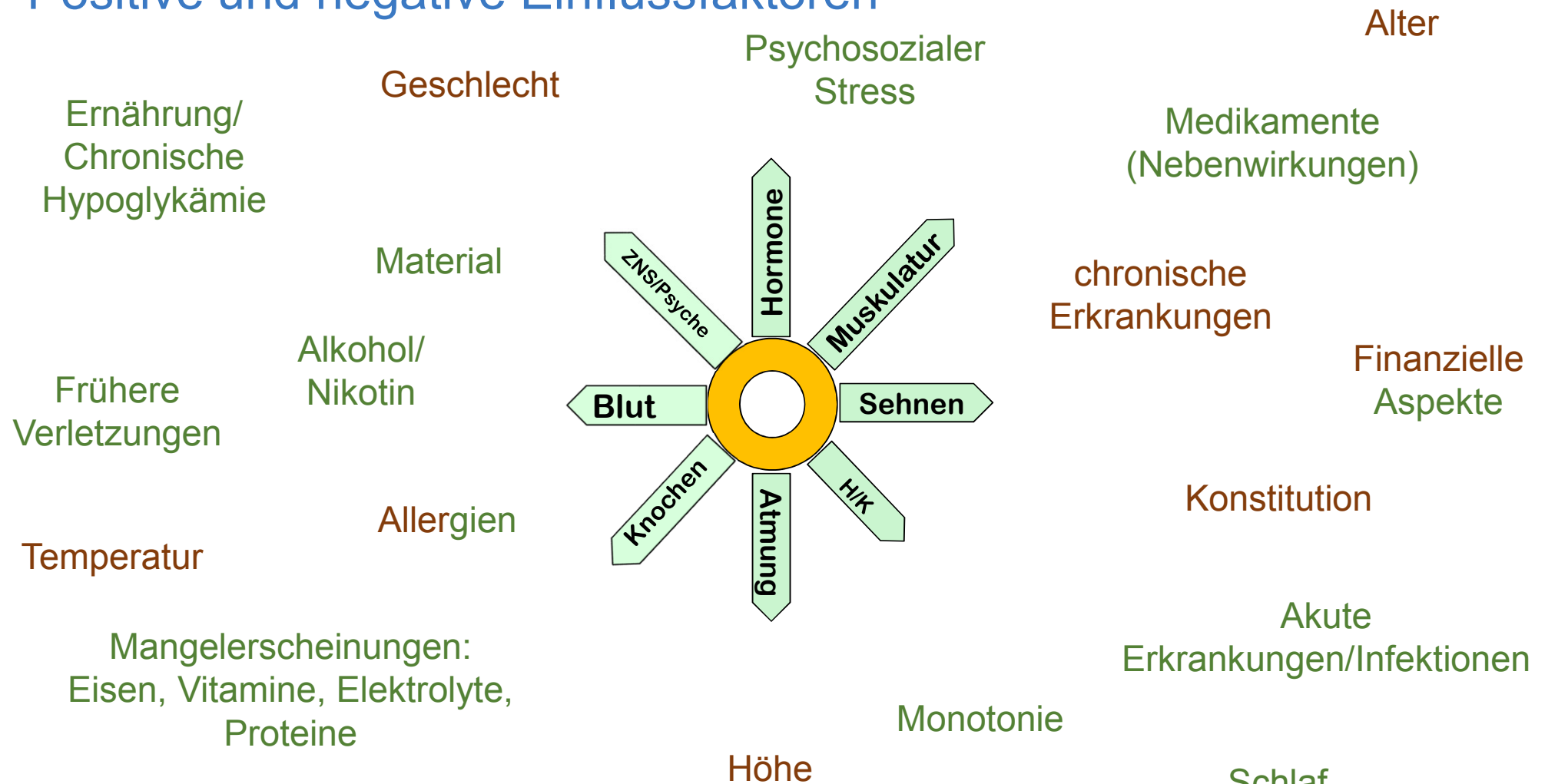


# Positive und negative Einflussfaktoren





# Positive und negative Einflussfaktoren



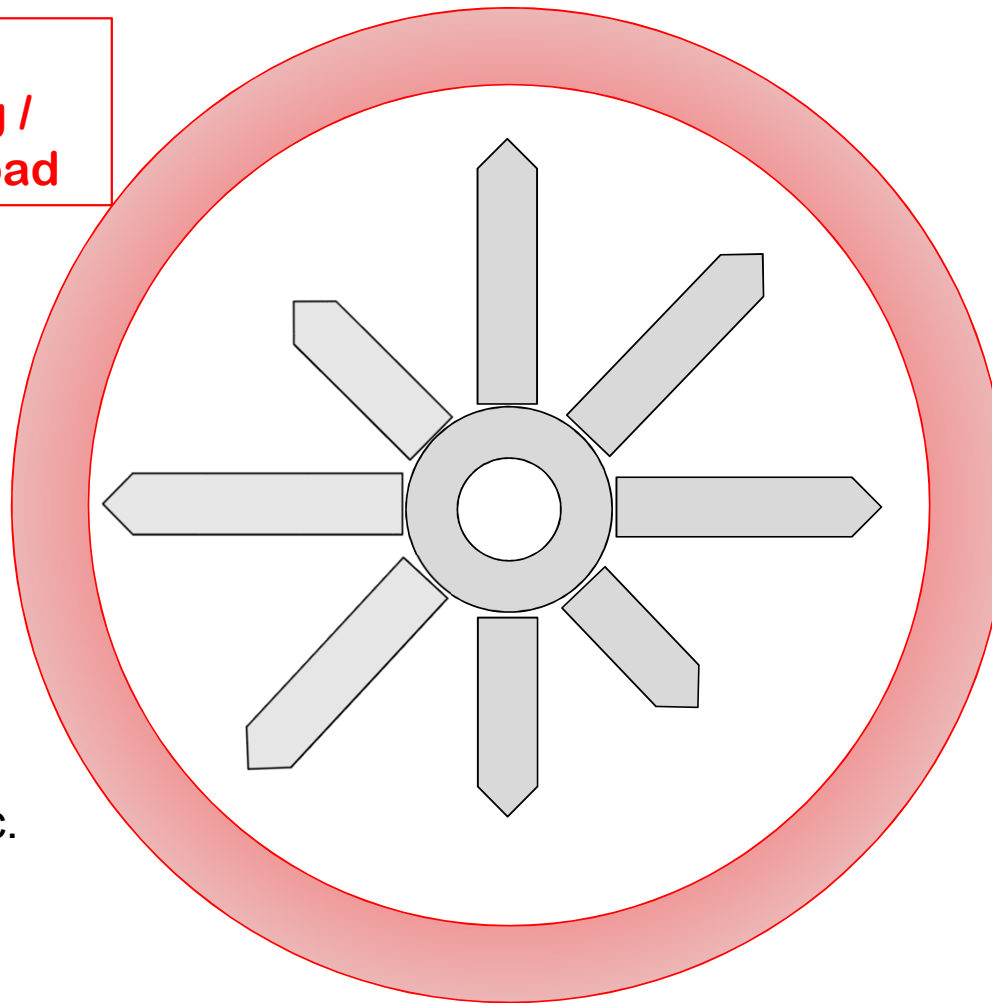
## Externe Belastung

**Externe  
Belastung /  
external Load**

Intensität

Temperatur

Jetlag,  
Reisestress, etc.



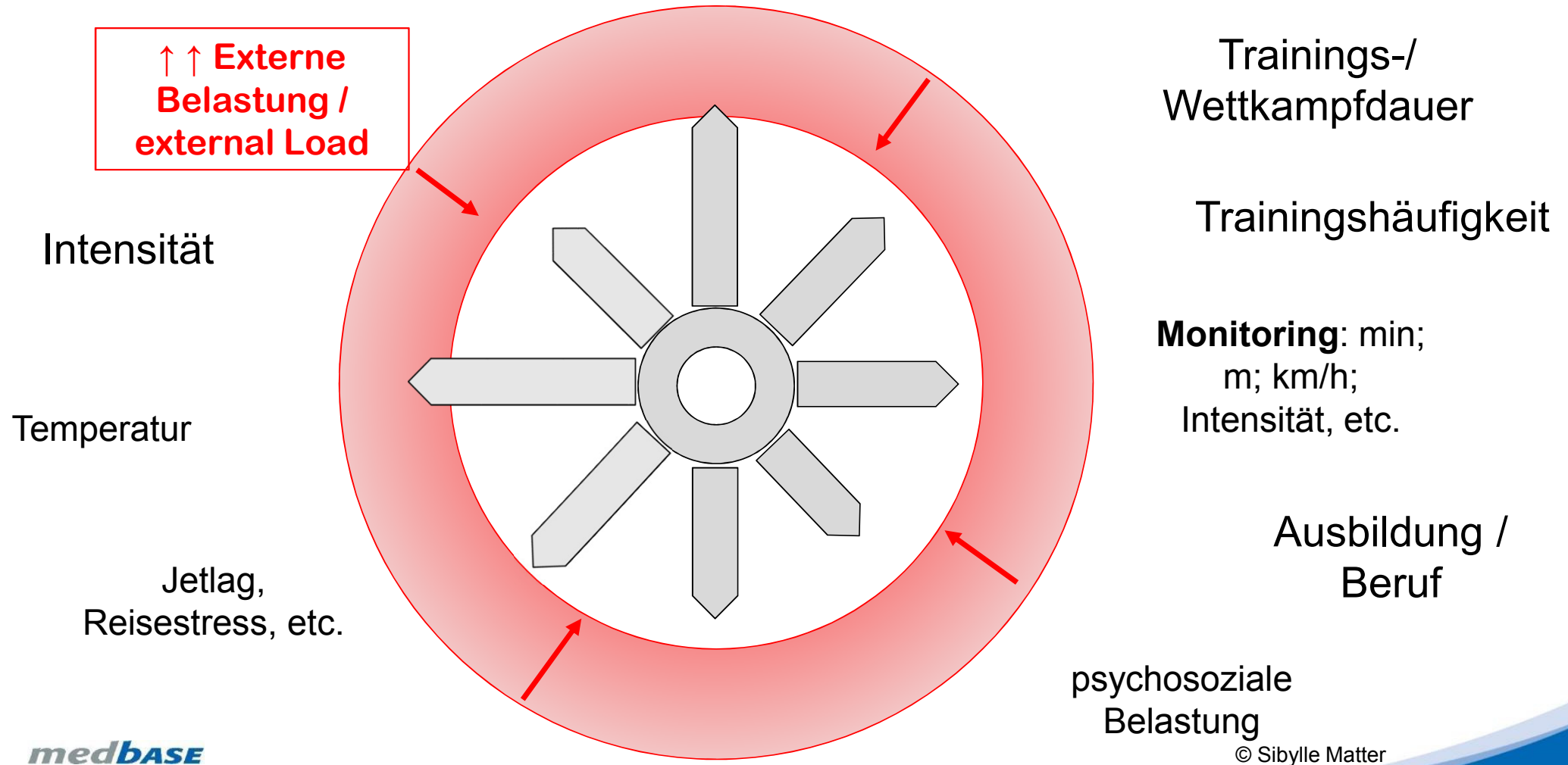
Trainings-/  
Wettkampfdauer

Trainingshäufigkeit

Ausbildung /  
Beruf

psychosoziale  
Belastung

## Externe Belastung

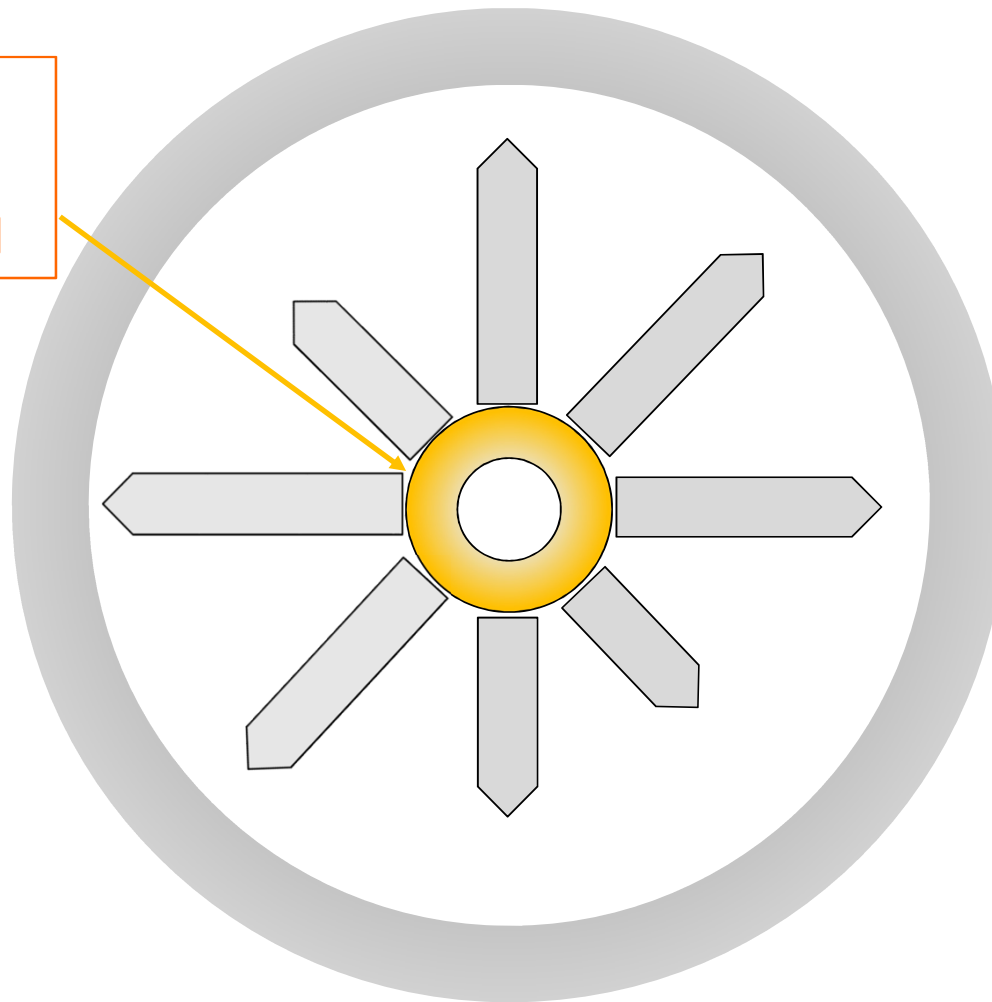




# Interne Belastung

**Interne  
Belastung /  
Internal Load**

Durch externe  
Belastung  
resultierende  
physiologische  
und  
psychologische  
Antwort eines  
Individuums



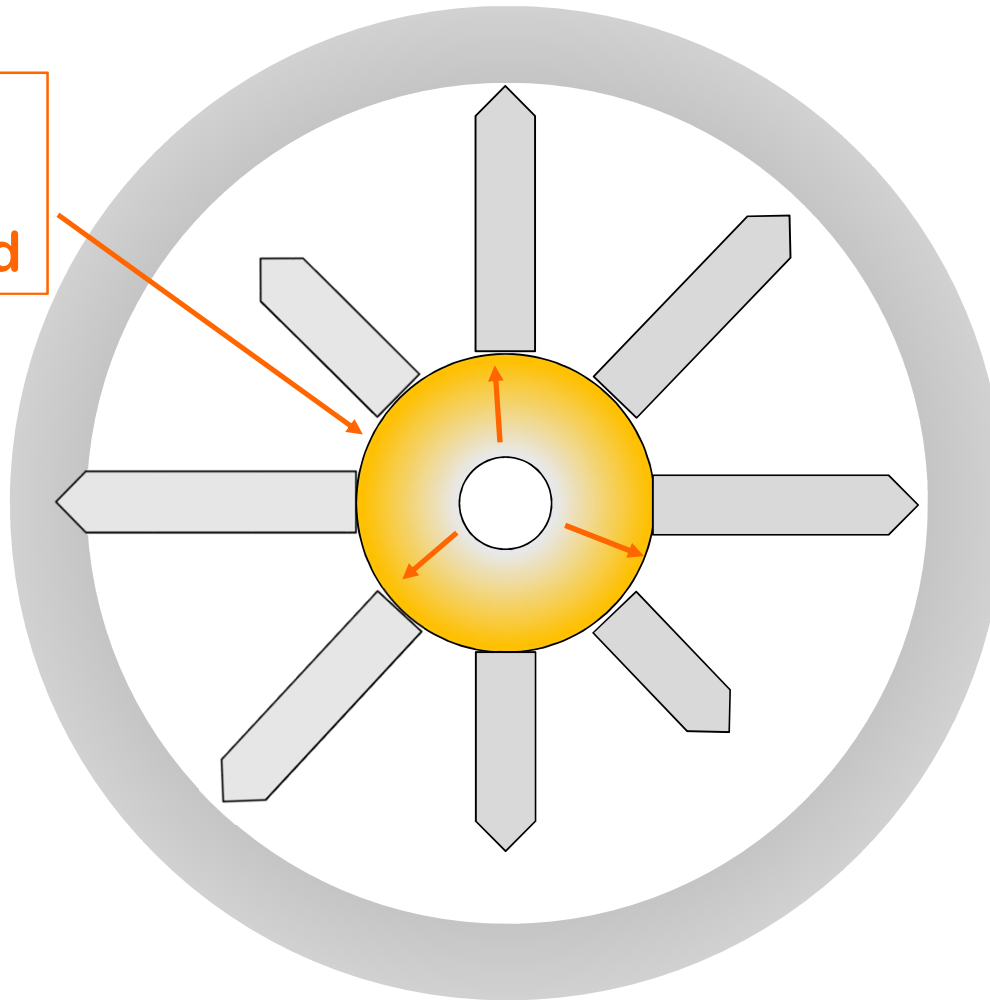
## Monitoring:

- RPE, RPE x Dauer
- POMS/REST-Q-Sport, DALA, etc.
- Schlafqualität
- HF, HRV
- Laktat-Messung
- etc.

# Interne Belastung

↑↑ Interne  
Belastung /  
Internal Load

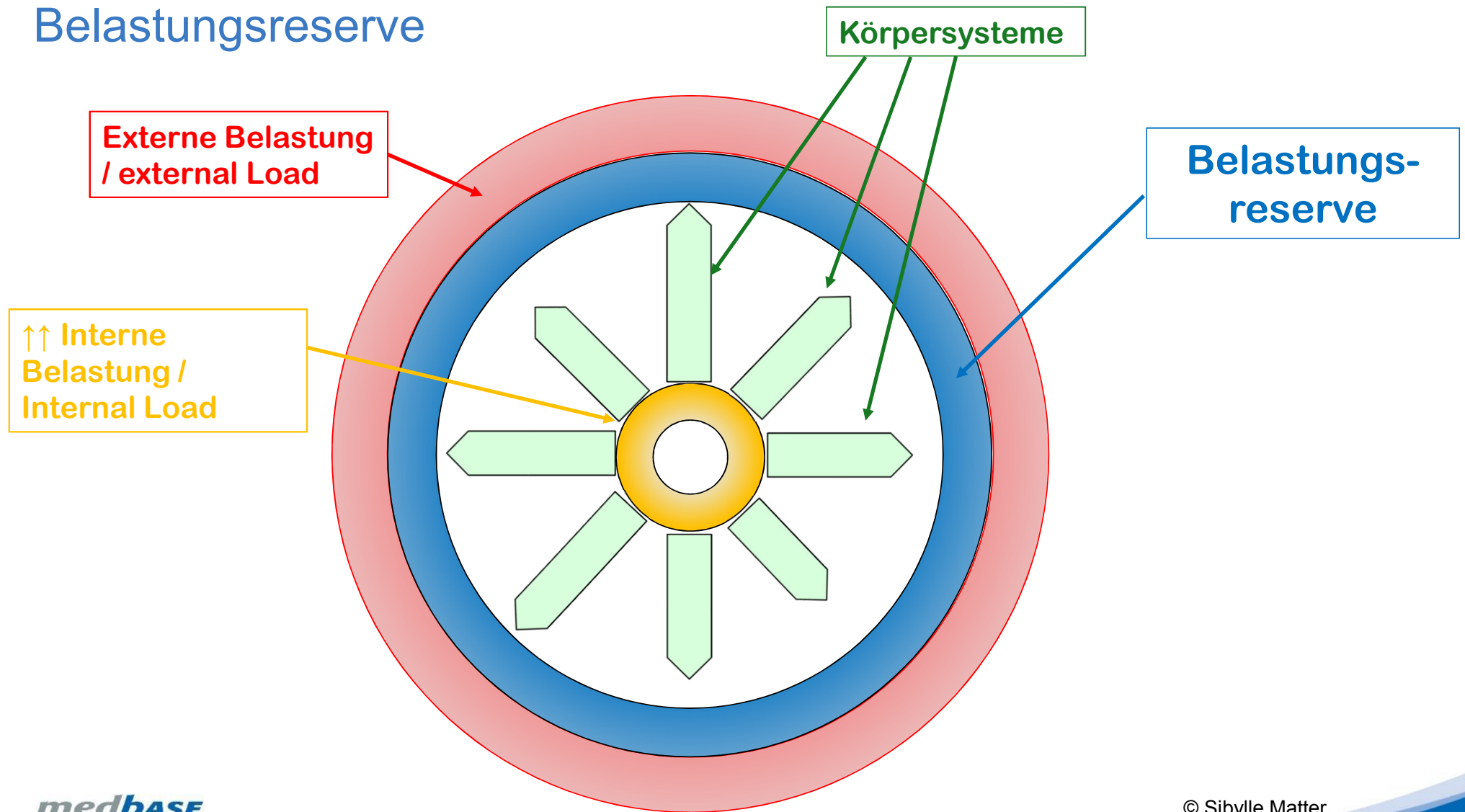
Durch externe Belastung  
resultierende  
physiologische und  
psychologische Antwort  
eines Individuums



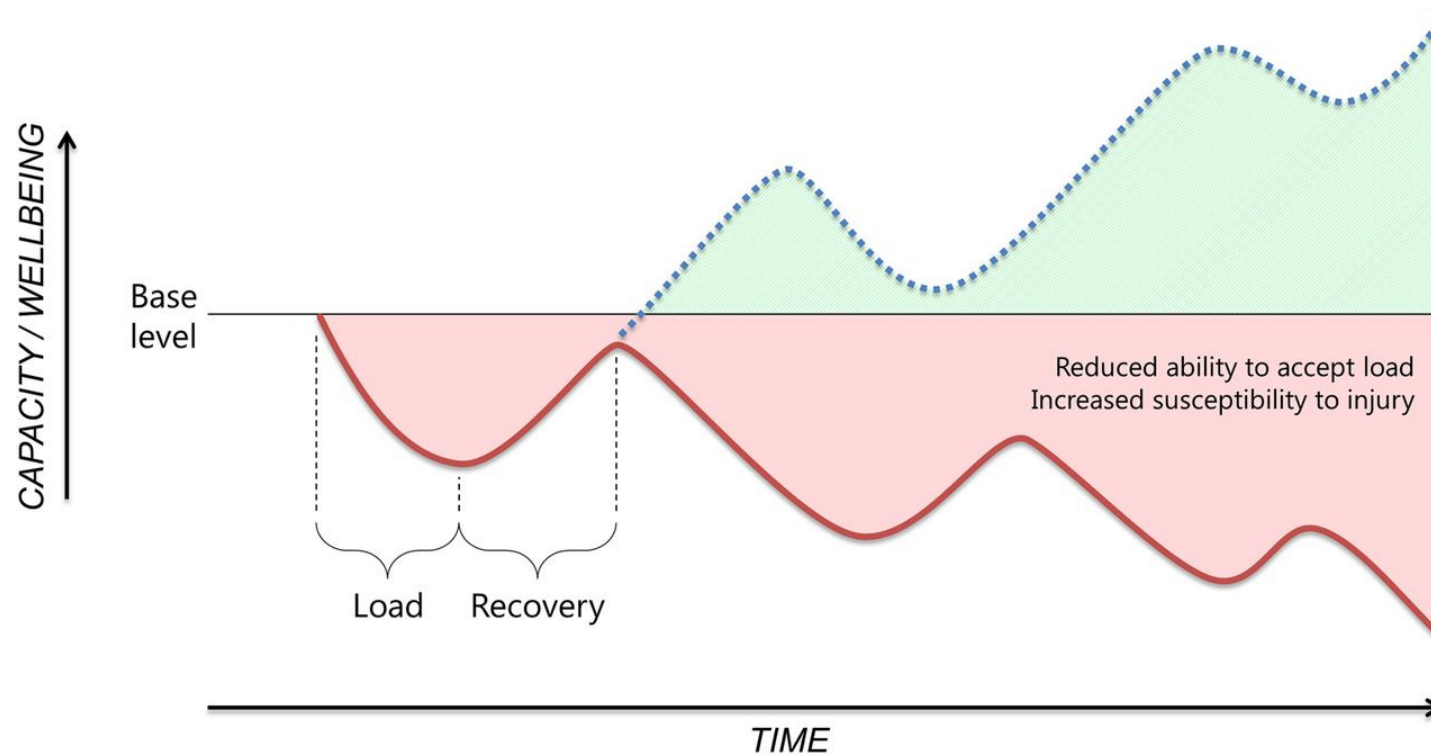
## Monitoring:

- RPE, RPE x Dauer
- POMS/REST-Q-Sport, DALA, etc.
- Schlafqualität
- HF, HRV
- Laktat-Messung
- etc.

# Belastungsreserve



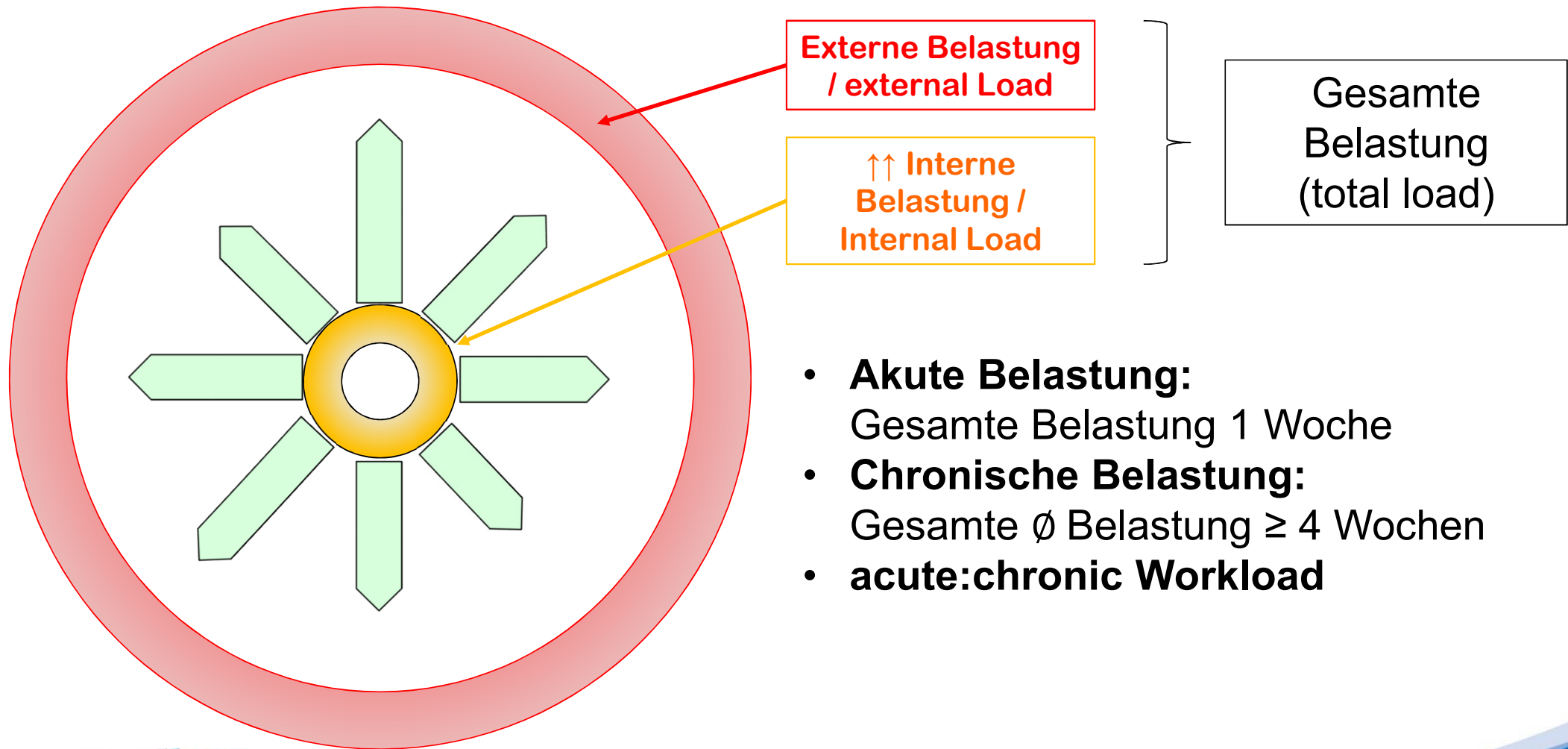
**Biological maladaptation through cycles of excessive loading and/or inadequate recovery  
(adapted from Meeusen).**



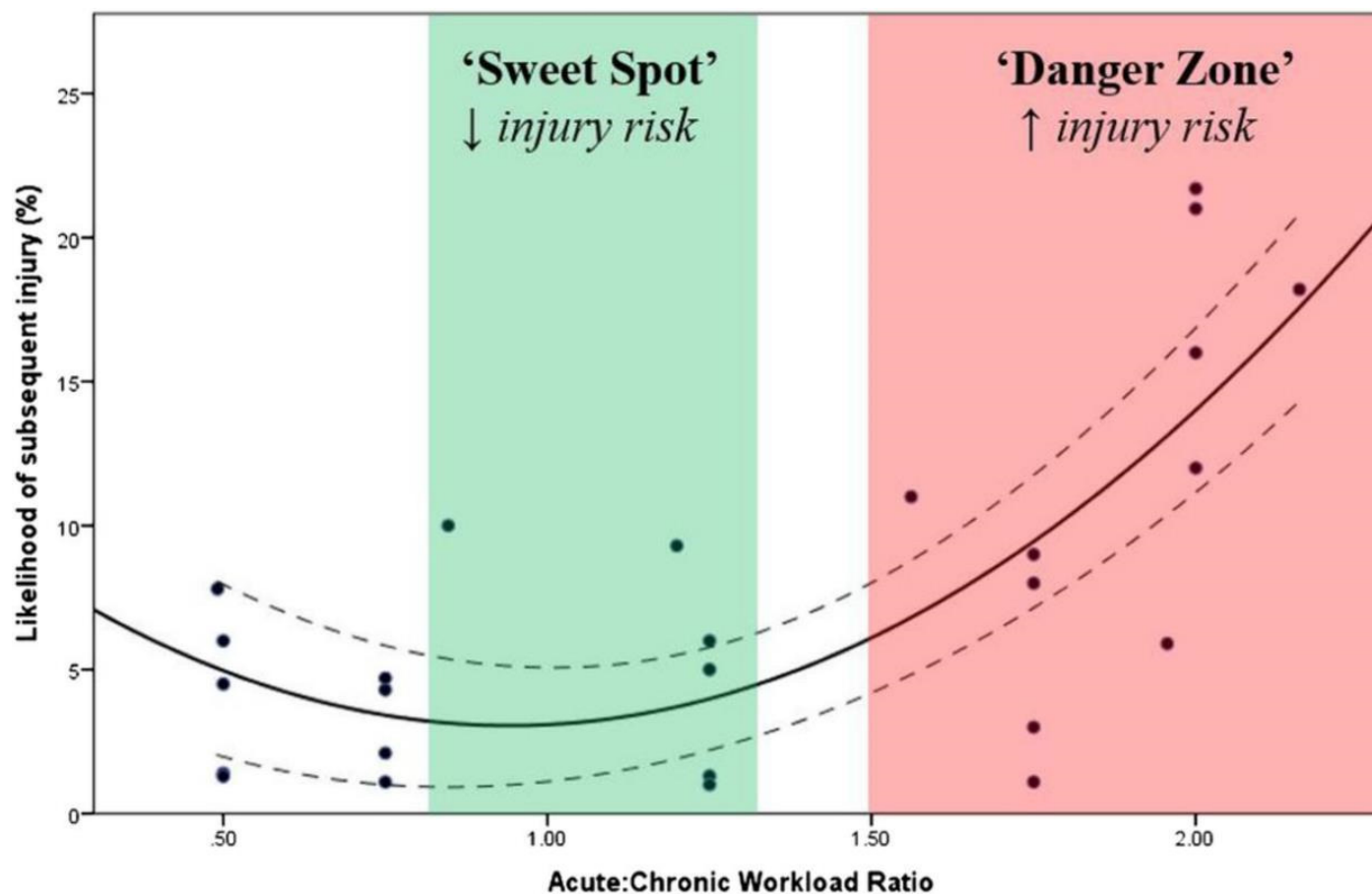
Torbjørn Soligard et al. Br J Sports Med 2016;50:1030-1041



## Acute : chronic load



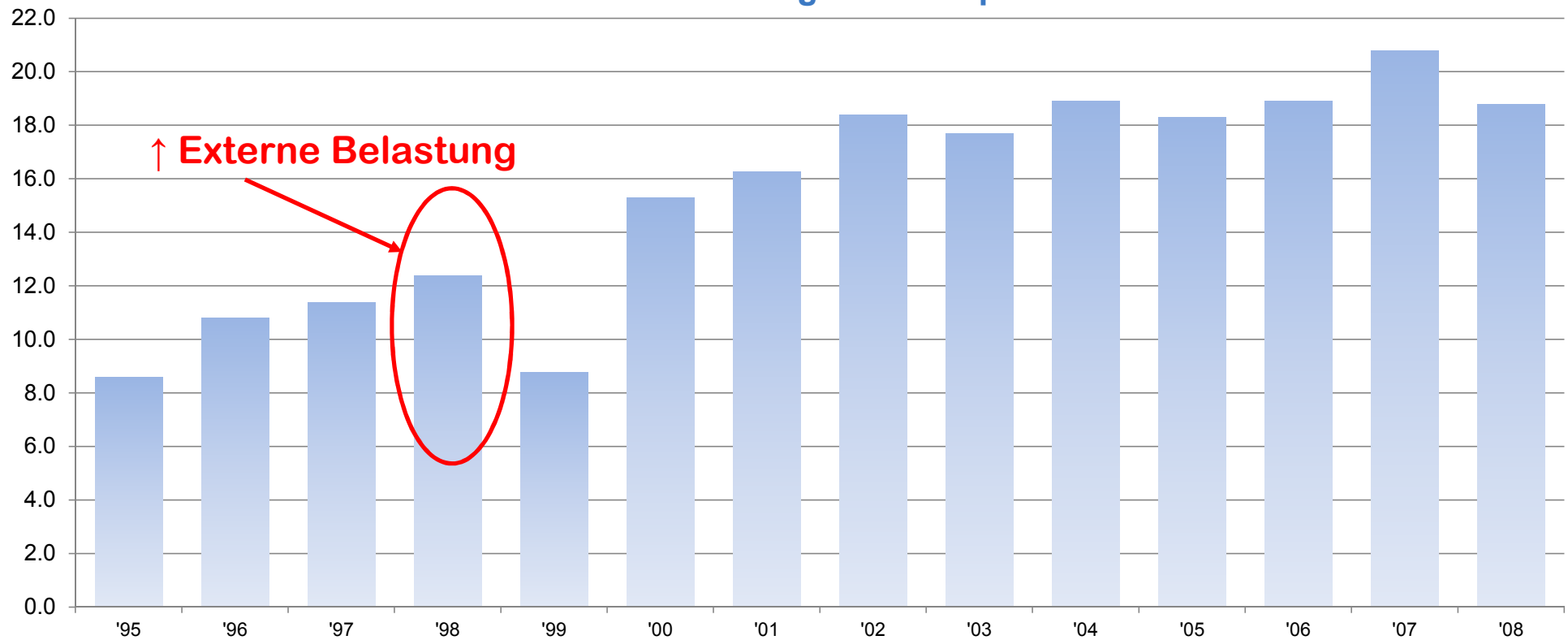
Finding the 'sweet spot' for acute:chronic workload ratios in return-to-play protocols.



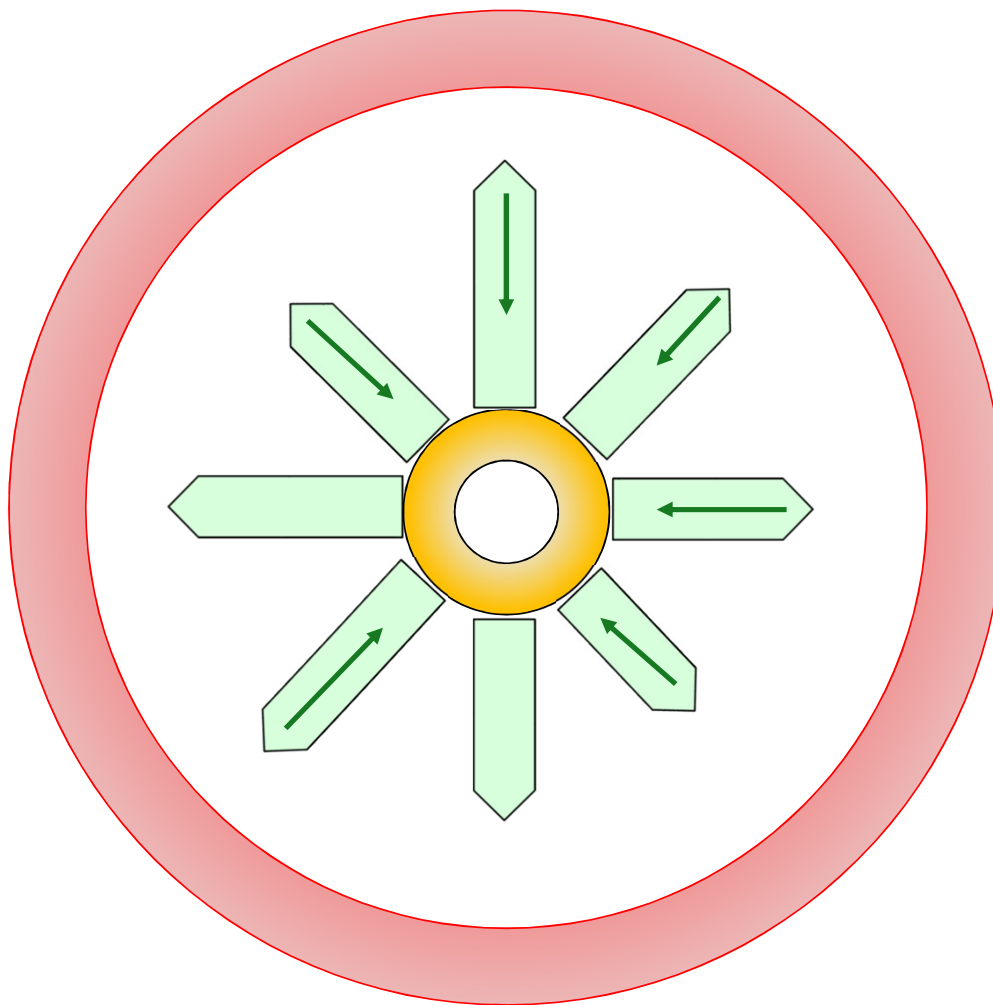
Johann Windt, and Tim J Gabbett Br J Sports Med  
2017;51:428-435

Jährliche Steigerung chronic workload  $\approx 10\%$

Durchschnittliche Trainingsstunden pro Woche



# Regelmässiges Training reduziert Verletzungsrisiko

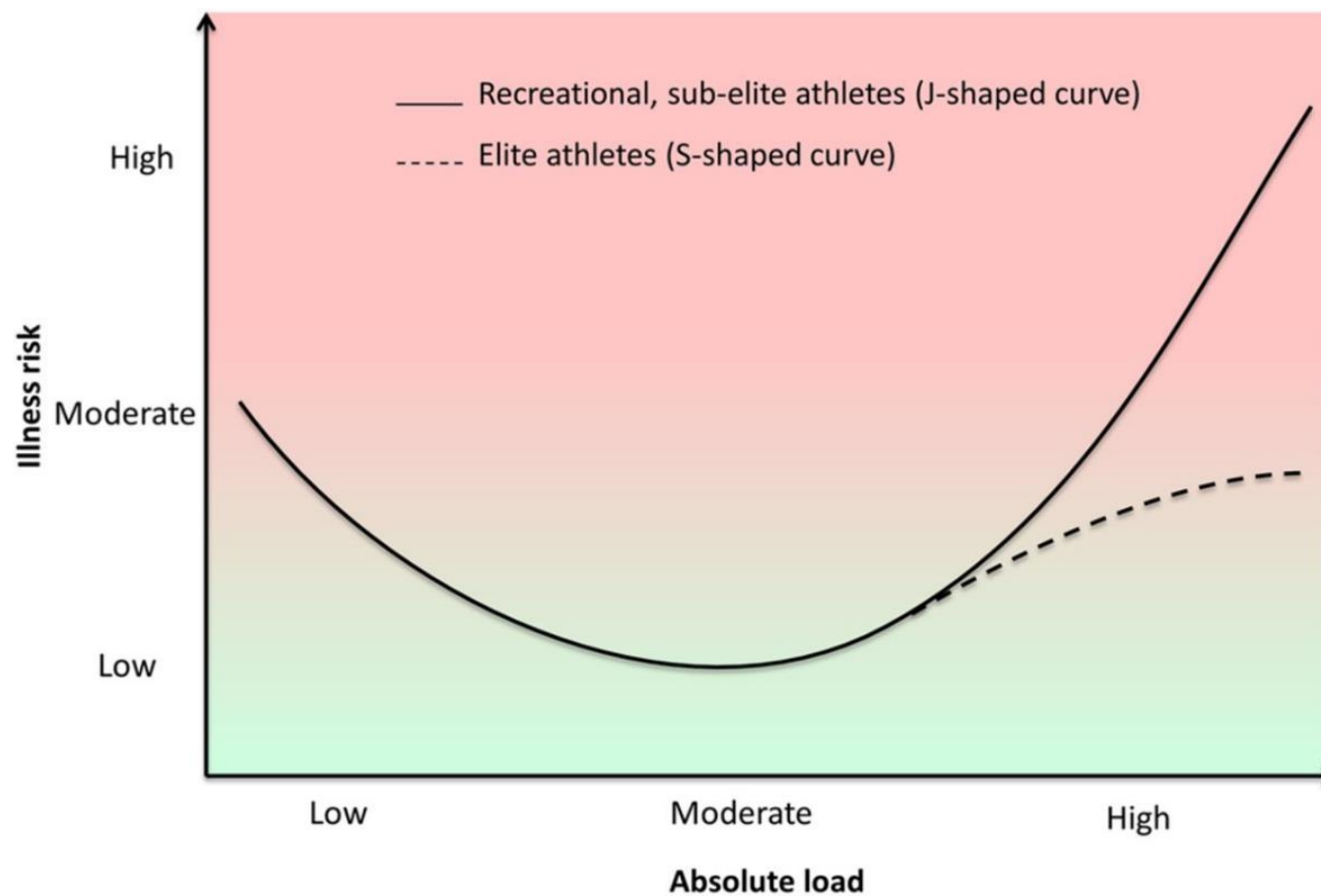


↑ Trainingsbelastung  
↓  
↑ biologische + physiologische  
Adaptation (↑ Fitness)  
↓  
↓ Risiko für Verletzungen  
(Overtraining?)

Selektion?

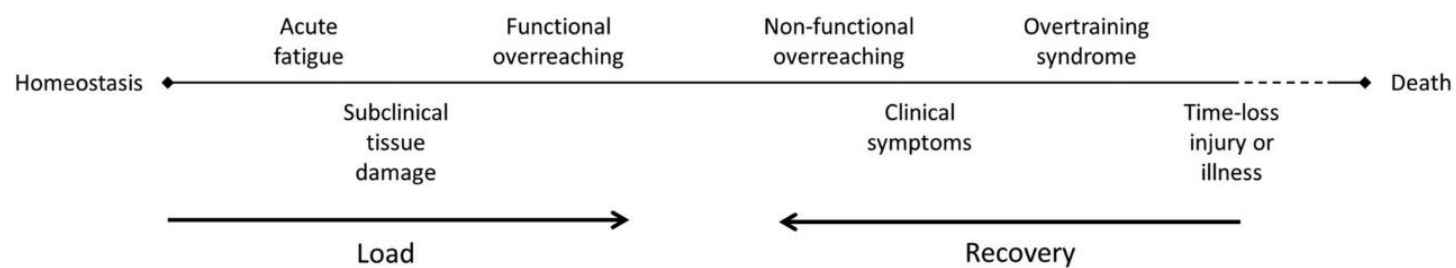


The relationship between load and risk of illness in recreational and subelite athletes (J-shaped curve) versus elite athletes (S-shaped curve).<sup>63 75.</sup>



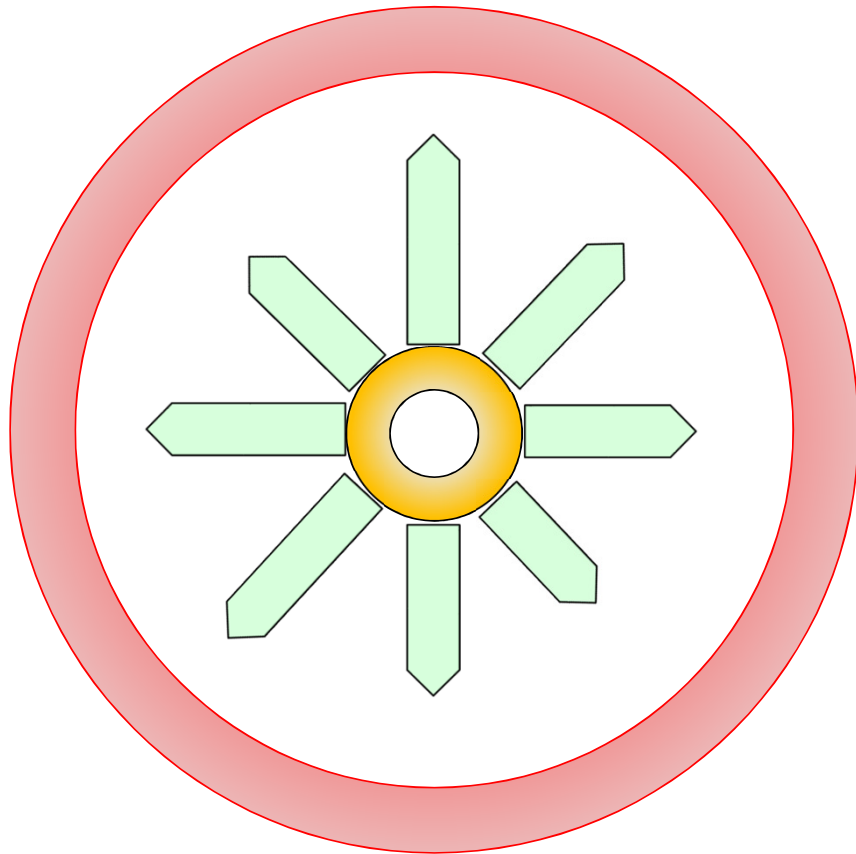
Martin Schwellnus et al. Br J Sports Med 2016;50:1043-1052

## Well-being continuum (adapted from Fry et al16).



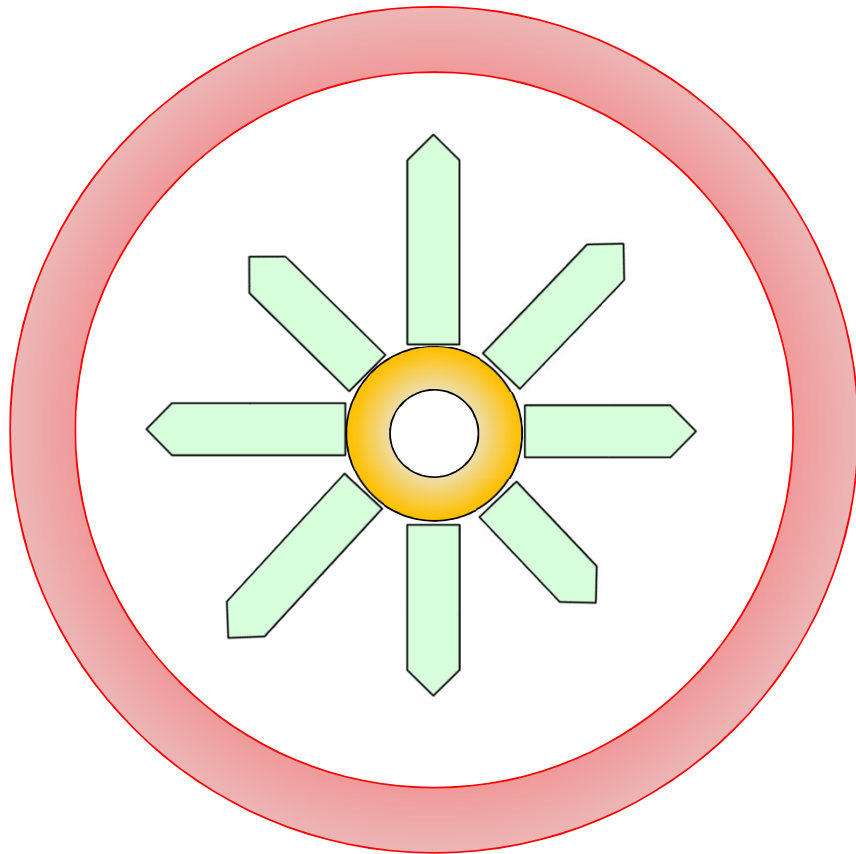
Torbjørn Soligard et al. Br J Sports Med 2016;50:1030-1041

## Empfehlungen aus der Sportmedizin **an die Trainer**



- Individuelle Belastungsanpassung
- Beachtung gesamte Belastung
- Interaktion verschiedener Systeme
- Jeweils schwächstes System erkennen
- Regelmässiges Monitoring → individuelles Muster
- Regelmässige sportmedizinische Untersuchung

## Empfehlungen aus der Sportmedizin **an die Athleten**



- Präventive Massnahmen zur Vermeidung von Krankheiten/Infektionen
- Impfungen aktuell halten
- Strategien für Stress-management
- Frühzeitige Intervention bei Trainingsausfällen
- Individuelle Ernährungspläne v.a. bei Mangelerscheinungen





Bild: Andra Rudin





**medbase**



## Gesundheit und Sport im Zentrum

Medbase | Zentrum für Sport  
und Bewegungsmedizin  
Schwanengasse 10 | 3011 Bern  
T 031 990 31 11  
bern-zentrum@medbase.ch  
www.medbase.ch

- **Sportmedizin, Manuelle Medizin, Rheumatologie und Orthopädie**  
Dr. med. Sibylle Matter Brügger, Dr. med. Theo Rudolf, Dr. med. Elke Früh  
und Dr. med. Joachim Klenk
- **(Sport-)Physiotherapie, Osteopathie, Medizinische Massage und TCM**  
Sarina Fröhlich und Team