

Sport ist nicht gleich Sport. Im Zusammenhang mit der Ernährung des sportlich Aktiven gibt es verhältnismäßig wenige Kriterien, die in der Beratung berücksichtigt werden müssen: 1. Die Unterscheidung in Breiten-, Leistungs- und Hochleistungssportler, 2. für den Bereich des (Hoch-)Leistungssports die Differenzierung in Trainings- und Wettkampfphase. In diesem Beitrag im Rahmen der Online-Fortbildung der Ernährungs Umschau steht die Ernährung des Leistungssportlers in der Trainingsphase im Mittelpunkt.

# Die Ernährung des Sportlers

Empfehlungen für die leistungsorientierte Trainingspraxis



Dr. oec. troph.  
Alexandra Schek  
Naturheilpraxis  
Kleine Mühlgasse 2  
35390 Gießen  
E-Mail: kontakt  
@praxis-schek.de

## Grundlagen

Die Grundlage für hohe sportliche Leistungen stellt eine Ernährung nach den Regeln der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) dar. Von besonderem Interesse sind der erhöhte Energie- und Flüssigkeitsbedarf, die optimierte Zufuhr an Kohlenhydraten mit variablem glykämischen Index, eine adäquate Verzehrsmenge von Fetten mit günstigem Fettsäureverhältnis, außerdem ausreichend Protein und Mikronährstoffe. Untergewichtige Sportler können längerfristig gesundheitliche Schäden davontragen. Hierauf wird am Schluss des Beitrags eingegangen.

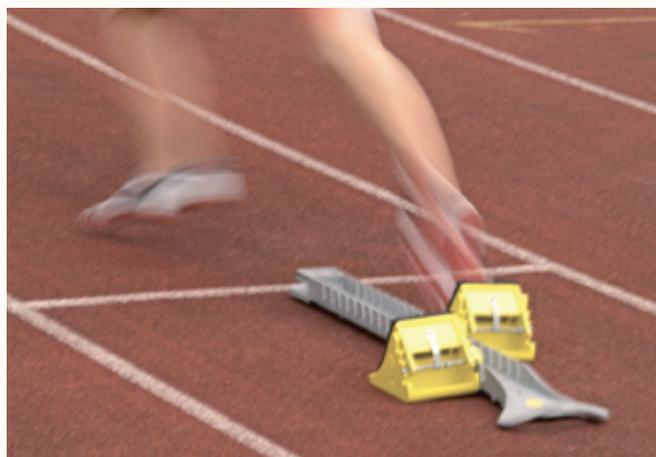
Im Prinzip können die D-A-CH-Referenzwerte [1] bzw. die Dietary Reference Intakes (DRI) verwendet werden, um eine bedarfsdeckende Ernährung sowohl für Breitensportler als auch für leistungsorientiert trainierende Sportler zu planen, die täglich durchschnittlich eine bis drei Stunden körperlich aktiv sind. Bei entsprechend erhöhter Energiezufuhr wird der etwas höhere absolute Bedarf an Kohlenhydraten und Protein in der Regel gedeckt, und die Sicherheitszuschläge bei den Zufuhrempfehlungen bzw. Recommended Dietary Allowances (RDA) dürften ausreichen, um auch die Versorgung mit Mikronährstoffen zu gewährleisten, deren Bedarf belastungsbedingt unter Umständen erhöht ist [2].

Das Risiko einer unzureichenden Versorgung mit Energie, Makro- und/oder Mikronährstoffen besteht hauptsächlich im Fall extrem hoher täglicher Energieumsätze (> 5 000 kcal), wie sie im **Hochleistungssport** beobachtet werden, bei sehr niedriger Energiezufuhr (< 1 200 kcal/d) oder bei einer Ernährungsweise mit geringer Nährstoffdichte.

**Breitensportler** treiben definitionsgemäß maximal eine Stunde Sport pro Tag und verbrauchen dabei höchstens 1 000 kcal. Hier liegt der Fokus in der Ernährungsberatung auf der Erläuterung der Richtlinien der DGE für eine vollwertige Ernährung sowie darauf, zu vermitteln, dass die Einnahme von (angeblich) leistungssteigernden Mitteln unnötig ist. Im Allgemeinen reicht es aus, wenn nach dem Sport der Wasserhaushalt ausgeglichen und die verbrauchte Energie ersetzt wird. Bei Adipösen, die Sport treiben, um eine negative Energiebilanz zu erreichen, muss in der Beratung besonderer Wert auf die Zusammenstellung einer Kost gelegt werden, die bei verminderter Energiedichte gleichzeitig eine erhöhte Mikronährstoffdichte aufweist, damit die sportbedingten Verluste trotz reduzierter Energiezufuhr ausgeglichen werden. Im Einzelfall können Supplemente erforderlich sein.

Als **Leistungssportler** werden Personen definiert, die im Durchschnitt 1–3 Stunden pro Tag trainieren und entsprechend 1 000–3 000 kcal/d durch körperliche Betätigung verbrauchen (◆Tabelle 1).

Eine bedarfsdeckende Ernährung kann sowohl für Breitensportler als auch für leistungsorientiert trainierende Sportler auf der Basis einer vollwertigen Mischkost nach den D-A-CH-Referenzwerten erfolgen.



Sportart	Energieverbrauch
Kanu, Tennis, Badminton	6–7 kcal/kg KG/h
Reiten, Krafttraining, Aerobic, Fußball	8–9 kcal/kg KG/h
Tanzen, Schwimmen, Radrennen, Judo	10–11 kcal/kg KG/h
Squash, Skilanglauf, Laufen (< 6 min/km)	12–13 kcal/kg KG/h

Tab. 1: Gerundeter Energieverbrauch bei verschiedenen Sportarten

*Eine sportartspezifische Ernährung gibt es nicht, einzig die konditionellen Fähigkeiten – Ausdauer einerseits, Kraft/Schnelligkeit andererseits – gilt es zu beachten.*

Ziel der Ernährungsberatung ist es, eine energie-, flüssigkeits- und nährstoffbedarfsdeckende Ernährungsweise mit Lebensmitteln des üblichen Verzehrs zu gewährleisten. Hierbei müssen Wasser und Kohlenhydrate unter Umständen schon während der sportlichen Belastung zugeführt werden. Gelingt die Energieversorgung mittels vollwertiger Mischkost, sind Nahrungsergänzungsmaßnahmen unnötig, weil der Nährstoffbedarf nicht überproportional zum Energiebedarf ansteigt.

## Energiebedarf

Energieumsatz – Grundbegriffe und Beispiele

**Grundumsatz** (basal metabolic rate BMR): Energieumsatz des Organismus zur Aufrechterhaltung der Stoffwechselfunktionen, gemessen 12–24 h nach der Nahrungsaufnahme bei einer Umgebungstemperatur von 20 °C sowie physischer und emotionaler Inaktivität [3].

**Ruheumsatz** (resting metabolic rate, RMR): Berücksichtigt gegenüber dem Grundumsatz Faktoren wie minimale Bewegung (RMR > BMR) oder Schlaf (RMR < BMR) und Thermoregulation.

**Erhaltungsumsatz:** Berücksichtigt zusätzlich zum Ruheumsatz auch noch Effekte einer Mahlzeit, die weniger als 12 h zurückliegt.

**Leistungsumsatz:** Der zusätzliche Energiebedarf für besondere körperliche/physiologische Leistungen

(z. B. Sport, aber auch Wachstum, Schwangerschaft, Stillen).

**Arbeitsschwere/körperliche Aktivität:** Um den bei körperlicher Aktivität steigenden Energieumsatz zu berücksichtigen, wird der Grundumsatz mit dem Faktor für körperliche Aktivität (PAL = physical activity level) multipliziert. Typische PAL-Werte zeigt ♦ Tabelle 2.

**Gesamtumsatz** = Erhaltungsumsatz + Leistungsumsatz

**Rechenbeispiele (nach [1]):** Die in ♦ Tabelle 2 gezeigten PAL-Werte können auch genutzt werden, um unterschiedliche Aktivitätsphasen im Verlauf eines Tages zu berücksichtigen und den Gesamtumsatz abzuschätzen:

Aktivität/Arbeitsschwere/ Freizeitverhalten	PAL-Faktor	Beispiele
unter Grundumsatz	0,95	Schlaf
ausschließlich sitzende/liegende Lebensweise	1,2	alte, gebrechliche Menschen
ausschließlich sitzende Tätigkeit, wenige oder keine anstrengenden Freizeitaktivitäten	1,4–1,5	Bürotätigkeit, Feinmechaniker
sitzende Tätigkeit + zeitweise Energieaufwand für gehende oder stehende Tätigkeiten	1,6–1,7	Laboranten, Kraftfahrer, Studierende, Fließbandarbeit
überwiegende gehende oder stehende Tätigkeit	1,8–1,9	Hausfrau/mann, Verkäufer, Kellner, Mechaniker, Handwerker
körperlich anstrengende berufliche Tätigkeit	2,0–2,4	Bauarbeiter, Landwirte, Wald- oder Bergarbeiter, Sportler

Tab. 2: Energieumsatz als PAL-Faktor (nach [1])

*Verkäufer/in od. Handwerker/in:* 8 h Berufstätigkeit mit relativ hoher körperlicher Aktivität ( $1,9 \times \text{BMR}$ ), 8 h mit durchschnittlichem Energieaufwand ( $1,6 \times \text{BMR}$ ) und 8 h Schlaf ( $0,95 \times \text{BMR}$ ):

Tägl. Gesamtumsatz  $\triangleq (1,9 \times 8 + 1,6 \times 8 + 0,95 \times 8) / 24 = 1,48 \times \text{BMR}$

*Büroangestellte/r:* 8 h vorwiegend sitzende Tätigkeit ( $1,4 \times \text{BMR}$ ), 8 h Aktivitäten mit mittlerem Energieaufwand ( $1,6 \times \text{BMR}$ ), 1 h sportliches Training ( $2,4 \times \text{BMR}$ ), 7 h Schlaf ( $0,95 \times \text{BMR}$ )

Tägl. Gesamtumsatz  $\triangleq (1,4 \times 8 + 1,6 \times 8 + 2,4 \times 1 + 0,95 \times 7) / 24 = 1,37 \times \text{BMR}$

Im Beispiel haben also das täglich 1-stündige Training sowie die entsprechend verlängerte tägliche Aktivitätsphase den geringeren Energieaufwand für Büroarbeit gegenüber der anstrengenderen beruflichen Tätigkeit nicht kompensiert.

Der individuelle Energiebedarf eines (Hoch-)Leistungssportlers sollte, ausgehend vom **Energieumsatz in Ruhe** (resting metabolic rate, RMR [kcal]) geschätzt werden. Zur Ermittlung des RMR gesunder Erwachsener eignen sich die von HARRIS und BENEDICT (1919) entwickelten Gleichungen auf der Basis von Körpergewicht [kg], Körperhöhe [cm] und Alter [Jahre]:

**RMR Frauen** =  $655,1^* + (9,56 \times \text{Gewicht [kg]}) + (1,85 \times \text{Größe [cm]}) - (4,68 \times \text{Alter [Jahre]})$

**RMR Männer** =  $66,47^* + (13,75 \times \text{Gewicht}) + (5 \times \text{Größe}) - (6,76 \times \text{Alter})$ .

Diese Formeln unterschätzen den tatsächlichen RMR um etwa 10 % [3] im Gegensatz zu der Gleichung von CUNNINGHAM (1980), die allerdings die Kenntnis der fettfreien Körpermasse (lean body mass, LBM [kg]) voraussetzt:

**RMR** =  $500 + (22 \times \text{LBM})$ .

Ergänzt man den RMR um den Energiebedarf während des Trainings

(◆Tabelle 1), während Alltagsaktivitäten (Transfer zur Trainingsstätte, Körperpflege etc.) und Freizeitbeschäftigung (Lesen, Fernsehen, Basteln etc.), erhält man den Gesamtenergiebedarf.

Der Energiebedarf ist gedeckt, wenn die Körpermasse über einen relativ langen Zeitraum nur geringen Schwankungen unterliegt.

## Flüssigkeit, Elektrolyte und Kohlenhydrate

### Flüssigkeitszufuhr

Bei Trainingseinheiten von mehr als 60 Minuten Dauer kann durch Zufuhr von Flüssigkeit und Kohlenhydraten eine Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit hinausgezögert werden. Praktische Ratschläge zur rechtzeitigen und ausreichenden Flüssigkeits- und Kohlenhydratzufuhr gibt ◆Tabelle 3.

Sportler sollen versuchen, so viel **Flüssigkeit** aufzunehmen, dass Körpermasseverluste, die auf thermoregulationsbedingte Wasserdefizite (v. a. Schwitzen) zurückzuführen sind, 1–2 % des Ausgangswerts nicht überschreiten. In kühler Umgebung werden bis zu 3 % toleriert [5]. Werden Schweißverluste nicht adäquat ersetzt, sinkt das Blutplasmavolumen. Durch diese „Eindickung“ des Blutes vermindert sich der Blutfluss zur

Haut bzw. die Wärmeabgabe an die Umgebung. Außerdem steigen Körperkerntemperatur und Herzfrequenz an, was neben Leistungsminierungen auch fatale gesundheitliche Folgen (Hitzschlag) haben kann.

Die Flüssigkeitsabgabe an den Dünndarm ist abhängig von der Magenfüllung. Daher stellen **Hyperhydratation**, also die **Flüssigkeitszufuhr als Bolus kurz vor dem Sport**, in Kombination mit Rehydratation, d. h. **regelmäßiges Trinken größerer Portionen während der Aktivität**, die besten Möglichkeiten dar, um die Wasserverluste rasch, wenn auch nicht immer vollständig zu ersetzen.

### Elektrolytzufuhr

**Natrium** fördert den Flüssigkeitserersatz durch Beschleunigung der Glukose- und Wasserresorption im Jejunum. Es trägt damit wesentlich dazu bei, das Extrazellulärvolumen aufrecht zu erhalten. Eine exzessive Aufnahme von stark natriumarmem Wasser dagegen birgt das Risiko der Entwicklung einer Hyponatriämie, die in schweren Fällen zu Bewusstseinsstörungen, Koma und Tod durch Gehirnödem führen kann [6].

*Die Zufuhr anderer Elektrolyte als Natrium(chlorid) während des Sports ist nicht erforderlich und auch nicht sinnvoll, wenn das Getränk schnell resorbierbar und daher hypo- bis isoton sein soll.*



Besonders bei Ausdauersportarten spielt die adäquate Zufuhr von Flüssigkeit und Kohlenhydraten eine Rolle.

\*Die deutlich unterschiedlichen Werte beruhen darauf, dass der Ruheumsatz bei Männern stärker von der Körperstatur bzw. der Muskelmasse abhängig ist.

## Allgemeine Trinkempfehlungen

- Ein kühles Getränk (15–20 °C) verwenden, das gut schmeckt und Kohlenhydrate liefert.
- Das Training gut hydratisiert beginnen mit einem Bolus von 5 ml Getränk/kg Körpergewicht.
- Früh anfangen zu trinken und regelmäßig alle 15 min 100–200 ml Flüssigkeit zuführen.
- 30–60 g Kohlenhydrate/h aufnehmen.
- Kein Alkohol!

## Kohlenhydratkonzentration des Getränks

4-%ige Glukose- bzw. 8-%ige Saccharoselösungen (Isogetränke, Saftschorle) werden am schnellsten resorbiert. Auch hypotone Getränke (Molke, alkoholfreies Bier, gezuckerter Tee, Bouillon, Mineralwasser) liefern rasch Flüssigkeit, aber weniger bzw. keine Energie. In Situationen, wo der Kohlenhydratbedarf höher ist als der Flüssigkeitsbedarf, z. B. bei niedrigen Temperaturen, leistet eine 18-%ige Glukosepolymerlösung gute Dienste.

## Feste Lebensmittel

Bananen, Fruchtschnitten, Müsliriegel, Rosinenbrötchen und Sportgele liefern bis zu 70 % Kohlenhydrate in leicht resorbierbarer Form. Sie wirken sättigend und ermöglichen Geschmacksvariationen, sollten zwecks Flüssigkeitsersatz aber mit dem Trinken von Wasser kombiniert werden.

Tab. 3: Praktische Empfehlungen zum Flüssigkeitsersatz und zur Kohlenhydratzufuhr vor und während Belastungen, die länger als 1 h dauern

*Die Zufuhr rasch verfügbarer Energie in Form von Glukose hat Vorrang vor dem Ersatz von Mineralstoffen.*

### Kohlenhydratzufuhr

Für die Energiebereitstellung bzw. ATP-Gewinnung im Skelettmuskel spielen die Verfügbarkeit von Glukose sowie die Glykogenspeicher (als Speicherform der Glukose) des Körpers eine Rolle.

Die Zufuhr leicht verdaulicher **Kohlenhydrate** (also solcher mit hohem glykämischen Index) kurz vor und während der Belastung soll verhindern, dass der Blutglukosespiegel auf Werte unter 2,5 mmol/l absinkt. Bei diesem Wert ist der zum Transport von Glukose in glukoseabhängige Zellen erforderliche Konzentrationsgradient nicht mehr gegeben. Hierauf reagiert der Organismus mit Symptomen einer Hypoglykämie wie Schwindel, Übelkeit, Desorientierung und zentraler Ermüdung.

### Osmolalität, Osmolarität und hypo-/isotone Getränke

Die **Osmolalität** ist das Maß für die Anzahl der Teilchen/Moleküle osmotisch aktiver Substanzen pro Kilogramm Lösungsmittel (Einheit 1 osmol = 1 mol/kg = 6,022169 × 10<sup>23</sup>/kg). Die **Osmolarität** gibt die Anzahl pro Liter Volumen einer Lösung an (Einheit mol/l).

Gelöste Elektrolyte erhöhen die Osmolalität eines Getränks bzw. limitieren bei gegebenem Zielwert (z. B. ca. 290 mosmol bzw. mmol/kg für ein isotones Getränk) den maximal möglichen Gehalt an schnell verfügbarer Glukose. So kann ein Iso-Getränk mit 1,17 g/kg Natriumchlorid max. 45,04 g/kg Glukose (4,5 %) enthalten, bei 2,62 g/kg NaCl sind es nur 36,03 g/kg Glukose (3,6 %).

In Situationen, bei denen die limitierten Glykogenspeicher des Körpers die Leistung begrenzen (intensive Belastungen > 90 Minuten Dauer), kann die Gabe von Kohlenhydraten die Erschöpfung hinauszögern. Pro Minute kann maximal 1 g oral zugeführte Glukose in der aktiven Muskulatur oxidiert werden. Die Geschwindigkeit, mit der Glukose in einer wässrigen Lösung vom Dünndarm in den Glukosepool des Blutes gelangt, ist abhängig von der Magenentleerungs- und der Resorptionsrate, die wiederum von der Magenfüllung (vgl. Hyperhydratation) und der Osmolalität (d. h. dem Gehalt an osmotisch aktiven Bestandteilen wie Sacchariden und Elektrolyten; ♦ Infokasten Osmolalität) beeinflusst werden. Beim gleichzeitigen Ersatz von Wasser und Kohlenhydraten haben sich isotonische Getränke bewährt, die sowohl Zucker (bis 8 % Saccharose oder bis 4 % Glukose oder Mischungen daraus) als auch Natrium (10–30 mmol/l) enthalten. Neben kommerziellen Sportlergetränken bieten sich Fruchtsaftschorlen an (1 Teil Saft und 1–2 Teil(e) kohlen säurearmes Mineralwasser).

Personen, die täglich so intensiv trainieren, dass sich die Muskel- und Leberglykogenreserven entleeren, müssen für eine hohe Kohlenhydratzufuhr im Anschluss an das Training sorgen. Empfohlen werden 10 g/kg Körpergewicht in Form von Lebensmitteln mit hohem bis mittlerem glykämischen Index innerhalb der ersten Stunde nach der Belastung. Bei weniger intensivem Training reichen 5 g Kohlenhydrate/kg KG aus. Zwischen den Trainingseinheiten sollen überwiegend Lebensmittel mit niedrigem bis mittlerem glykämischen Index verzehrt werden.

### Fette

Weil gut gefüllte Glykogenspeicher hohe Ausdauerleistungen ermöglichen, versuchen Sportler mitunter, ihre Leistungskapazität durch **carbohydrate loading**, d. h. Erhöhung des Kohlenhydratanteils in der Kost auf

**Alkohol**

Alkoholkonsum und hohe sportliche Leistungen sind nicht miteinander vereinbar. Alkohol fördert riskante Verhaltensweisen und kann zu Verletzungen, Unfällen und manchmal zum Tod führen [7]. Nach dem Sport getrunken, wirkt Alkohol sich negativ auf den Ausgleich der Wasserbilanz, die Glykogeneinlagerung und die Reparatur von Gewebeschäden aus. Außerdem hemmt Alkohol die Fettsäureoxidation.

mehr als 60 Energie%, zu verbessern. Eine Reduktion des Fettanteils auf weniger als 30 Energie% wirkt sich aber fast ebenso negativ auf die sportliche Leistung aus wie ein Energiedefizit (◆Abbildung 1).

Eine unzureichende Fettzufuhr bzw. die damit einhergehende Unterversorgung mit  $\omega$ 3-Fettsäuren und Vitamin E scheint die Immunfunktionen zu beeinträchtigen [9]. Außerdem gibt es Hinweise darauf, dass mindes-

tens 35 Energie% Fett erforderlich sind, um die Speicher an intramuskulären Triglyceriden zu füllen, wie sie für anspruchsvolle Ausdauerleistungen erforderlich sind.

Eine (moderate) Reduktion des Kohlenhydratanteils in der Kost zu Gunsten eines Fettanteils von 35–40 Energie% wirkt sich nachgewiesenermaßen weder auf die Glykogeneinlagerung noch auf Leistungsparameter wie Maximalleistung oder Zeit bis zur Erschöpfung negativ aus [10]. Vielmehr wird in neuerer Zeit in Frage gestellt, ob Leistungssteigerungen nach carbohydrate loading tatsächlich auf verstärkte muskuläre Glykogeneinlagerungen zurückzuführen sind oder ob es sich um einen positiven psychischen Effekt handelt [11]. Konkrete Angaben für Sportler bezüglich eines wünschenswerten Verhältnisses von  $\omega$ 6- zu  $\omega$ 3-Fettsäuren gibt es nicht. Eines von 5 zu 1 scheint ratsam.

**Energiebereitstellung und Fettstoffwechsel**

Der Abbau von Fettsäuren zur Energiebereitstellung nimmt prozentual

mit zunehmender Belastungsintensität zu Gunsten von Glukose kontinuierlich ab. In absoluten Zahlen erreicht die Geschwindigkeit der ATP-Synthese aus Fettsäuren bei mittlerer Intensität ein Maximum und ist danach wieder rückläufig. Verschiedene ernährungsbezogene Strategien zielen darauf ab, durch Erhöhung der Fettsäureoxidationsrate die Glykogenreserven zu schonen und dadurch die Ausdauerleistung zu fördern. Insbesondere Carnitin, als Bestandteil des Carnitin-Carrier-Systems zur Einschleusung von Fettsäuren in die Mitochondrien, werden immer wieder angeblich leistungssteigernde Effekte zugeschrieben.

Koffein (2–6 mg/kg KG) verbessert die Ausdauerleistung vieler Sportler nachweislich – allerdings ohne die Fettsäureoxidation zu beschleunigen [12]. Koffein gehört damit zu den **ergogenen Substanzen**. Hingegen hat L-Carnitin weder einen nachweisbaren Effekt auf den Fettsäureabbau oder den Glykogenverbrauch, noch auf die sportliche Leistung an sich. Mittelkettige Triglyceride (middle chain triglycerides, MCT) haben nur dann möglicherweise einen Einfluss auf die Fettsäureverfügbarkeit und -oxidation, wenn Mengen verzehrt werden (> 30 g/h), die zu gastrointestinalen Beschwerden und damit zu Leistungsbeeinträchtigungen führen. Geringere MCT-Mengen (10 g/h) zeigen keine Wirkung auf den Fettstoffwechsel oder die Ausdauerleistung.

**Fat loading**, d. h. kurz- (2–3 Tage) oder längerfristige (1–4 Wochen) Diäten mit extrem hohem Fettanteil, führt zwar zu einer relativen Erhöhung der Energiebereitstellung aus Fettsäuren, vermindert aber gleichzeitig die Muskelglykogenreserven so stark, dass es zu einer Abnahme der Ausdauerleistung kommt.

**Protein**

**Ausdauerbelastungen** wirken sich auf den Proteinbedarf insofern aus, als sie die Aminosäureoxidation zwecks Energiebereitstellung erhöhen (auf

**Glossar**

**VO<sub>2max</sub>** = spezifische maximale Sauerstoffaufnahme (in ml O<sub>2</sub>/kg KG/min), ein Maß zur Beurteilung der aeroben Ausdauerleistung

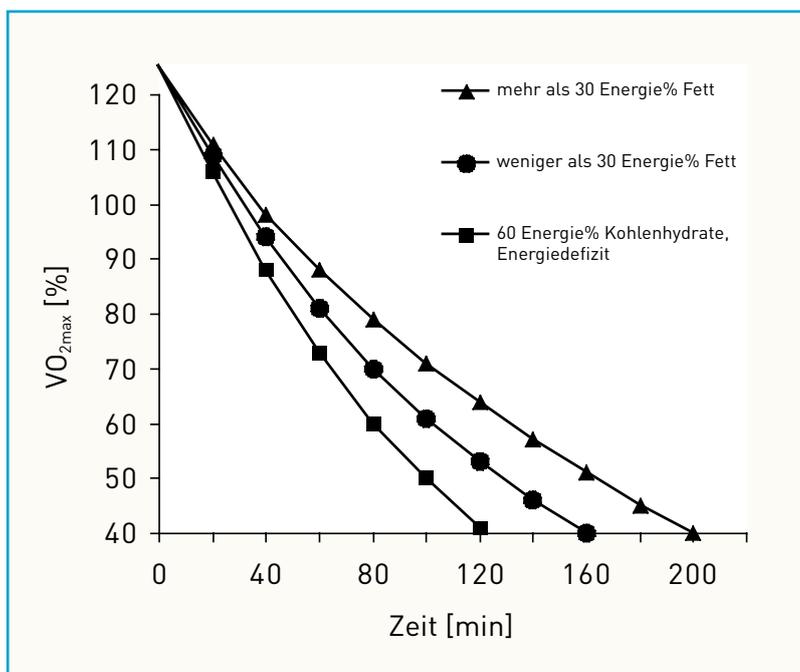


Abb. 1: Eine Belastung kann über einen vergleichbaren Zeitraum mit höherer Intensität aufrecht erhalten werden, wenn der Energiebedarf gedeckt ist und wenn die Fettzufuhr mindestens 30 Energie% beträgt (nach [8]).

5 %). Bei Personen, die mit einem Trainingsprogramm beginnen, fällt daher die Stickstoffbilanz vorübergehend negativ aus. Mit zunehmender Dauer der Einhaltung eines Trainingsplans passt sich der Körper jedoch an die erhöhten Anforderungen an, die Stickstoffbilanz ist wieder ausgeglichen, und bei derselben absoluten Belastungsintensität wird weniger Leucin oxidiert als vor der Aufnahme eines regelmäßigen Trainings. Sportler, die jeden Tag derart große Trainingsumfänge absolvieren, dass die Glykogenspeicher weitgehend entleert werden (Gesamtenergieverbrauch > 3500 kcal/d), benötigen allerdings so viele Aminosäuren als Energielieferanten, dass mit einem Tagesproteinbedarf von bis zu 1,6 g/kg KG zu rechnen ist (◆ Tabelle 4). Unter der Prämisse, dass der Energiebedarf gedeckt wird, genügen 15 Energie% Eiweiß in der Nahrung, sodass nur im Fall energie- oder kohlenhydratreduzierter Diäten speziell auf die Proteinzufuhr und die unterschiedlichen biologischen Wertigkeiten pflanzlicher und tierischer Proteine zu achten ist.

**Kraftsport** erhöht den Proteinumsatz durch gesteigerte Ab- und (Wieder-) Aufbauvorgänge in den Muskelfasern. Während gut trainierte Personen nur geringfügig mehr Protein

Untersuchungsgruppe	Proteinbedarf (g/kg/d)
Nichtsportler: Männer und Frauen	0,8–1,0
Breitensportler: 4–5 x pro Woche 30 min bei 55 % VO <sub>2max</sub>	0,8–1,0
Kraftsportler: im steady state	1,0–1,2
Ausdauersportler: 4–5 x pro Woche 60 min bei 65 % VO <sub>2max</sub>	1,2
Männliche Elite-Ausdauersportler	1,6
Kraftsportler: in einer frühen Trainingsphase (Anfänger)	1,5–1,7
Weibliche Sportler	10–20 % weniger als männliche

Tab. 4: Geschätzter Proteinbedarf von Athleten (nach [13])

zur Aufrechterhaltung der Stickstoffbilanz benötigen als Nichtsportler, kann sich der Tagesproteinbedarf bei Personen, die mit einem intensiven Krafttraining beginnen, auf bis zu 1,7 g/kg KG erhöhen (◆ Tabelle 4). Wird der Energiebedarf mit der Nahrung gedeckt, sind aber auch hier 15 Energie% Eiweiß ausreichend und Supplemente somit überflüssig.

Wichtig erscheint vielmehr der **Zeitpunkt der Nährstoffzufuhr**: Der Verzehr einer Mischung aus Kohlenhydraten und Proteinen kurz nach dem Training wirkt sich positiv auf die Stickstoffbilanz aus, möglicherweise durch Verminderung des Proteinab-

baus (via Insulin) bei gleichzeitiger Stimulation der Proteinsynthese (via Aminosäurenverfügbarkeit).

Bei einer Ernährungsweise, die täglich mehr als 2 g Eiweiß/kg KG liefert und hierfür Lebensmittel tierischer Herkunft bevorzugt, ist zu berücksichtigen, dass

- mehr Kalzium im Urin ausgeschieden wird,
- der Anteil gesättigter Fettsäuren auf Kosten der ungesättigten Fettsäuren erhöht ist,
- andere Lebensmittel/Nährstoffe evtl. aus der Kost verdrängt werden.

## Mikronährstoffe

Der Tagesbedarf einiger **Vitamine und Mineralstoffe** (β-Carotin, Vitamin C und E, B-Komplex, Magnesium, Zink, Eisen) ist bei Sportlern erhöht, weil sie zum einen über Schweiß, Urin und möglicherweise Fäzes verstärkt ausgeschieden und zum anderen aufgrund der gesteigerten Bildung freier Radikale vermehrt benötigt werden. Aussagen über den tatsächlichen Bedarf sind wegen des Fehlens entsprechender Untersuchungen nicht möglich.

### Antioxidanzien

Es ist belegt, dass sportliche Betätigung unterschiedlicher Intensität und Dauer die Bildung freier Radikale im Organismus erhöht. Gleich-



Aminosäuren, die beim Krafttraining aus Muskelfaserprotein freigesetzt werden, gehen in großem Umfang wieder in die Proteinsynthese ein.

**Studien zur Mikronährstoffversorgung von Sportlern** lassen den Schluss zu, dass sportliches Training an sich nicht zu Mikronährstoffdefiziten führt, jedenfalls nicht, solange der Energiebedarf gedeckt ist. Dass einzelne Sportler einen ungenügenden Versorgungsstatus aufweisen, der sich in Veränderungen biochemischer Indikatoren ebenso wie in Leistungsminderungen zeigt, dürfte demzufolge hauptsächlich auf schlechte Ernährungsgewohnheiten (zu wenig frisches Obst und Gemüse) zurückzuführen sein.

Es gibt keine Studien, die eindeutig belegen, dass eine **Supplementierung mit Mikronährstoffen** die sportliche Leistung verbessert. Die Grenzwerte der Indikatoren für eine ausreichende Versorgung mit Vitaminen und Mineralstoffen gelten auch für Sportler, und sind mit einer optimalen Leistungsfähigkeit vereinbar. Von Routine-Untersuchungen wird eher abgeraten, weil die Wahrscheinlichkeit marginaler Versorgungszustände so gering ist, dass mit einer nicht unerheblichen Anzahl an falsch-positiven Ergebnissen zu rechnen wäre.

Vor **prophylaktischer Supplementierung** in hohen Dosierungen wird gewarnt, weil eine hohe Zufuhr vor allem einzelner Mikronährstoffe physiologische Störungen nach sich ziehen kann. Wenn ein Sportler vorsorglich supplementieren will, sollte er ein Multivitamin-Mineralstoffpräparat wählen, dessen Nährstoffgehalte die D-A-CH-Referenzwerte nicht wesentlich überschreiten.

zeitig verbessert regelmäßiges Training aber auch den körpereigenen Schutz: die Aktivität antioxidativer Enzyme wird hochreguliert, antioxidativ wirkende Moleküle wie Glutathion, Harnsäure und Coenzym Q<sub>10</sub> werden vermehrt de novo synthetisiert und antioxidativ wirksame Vitamine werden verstärkt aus den Gewebespeichern mobilisiert.

Ob Antioxidanzien aus der Nahrung vor oxidativem Stress, der aus körperlicher Belastung resultiert, schützen, ist noch weitgehend unbekannt. Wahrscheinlich ist von einem gegenüber dem Durchschnittsbedarf leicht erhöhten Bedarf an  $\beta$ -Carotin, Vitamin C und Vitamin E auszugehen, um z. B. eine Senkung der anaeroben Schwelle (= Laktatschwelle, die höchste

Belastungsintensität, die noch ohne zunehmende Übersäuerung aufrechterhalten werden kann) zu verhindern.

Athleten, die reichlich Antioxidanzien verzehren (dreifache Zufuhrempfehlung von Vitamin C), reagieren weder auf einen submaximalen noch auf einen maximalen Belastungstest mit einer Erhöhung der Indikatoren für oxidativen Stress [14].

*Antioxidanzien aus der Nahrung sind Supplementen generell vorzuziehen, weil erstere synergistisch mit sekundären Pflanzenstoffen wirken. Außerdem können hoch dosierte Präparate prooxidative Effekte haben, die möglicherweise mehr schaden als nutzen.*

**Eisen**

Eisen ist essenziell für die Sauerstofftransport- bzw. -bindefunktion des Blutfarbstoffs Hämoglobin und des Muskelfarbstoffs Myoglobin. **Eisenverluste** über den Schweiß stellen neben Wachstum, Blutverlusten, Infektionen, Medikamenten und vegetarischen Kostformen nur einen Risikofaktor für reduzierte Serumferritinspiegel und Eisenmangelanämie dar.

*Die Prävalenz der Diagnose Eisenmangel liegt bei ungefähr 3 % der Bevölkerung, wobei keine Unterschiede zwischen erwachsenen (Ausdauer-) Sportlern und untrainierten Kontrollpersonen bestehen [15].*

Um negative Auswirkungen eines Eisendefizits auf die Sauerstofftransportkapazität des Körpers zu verhindern, wird bei Sportlern von einem 1,3- bis 1,7-mal höheren Bedarf ausgegangen. Eine vollwertige Ernäh-

rung, die die bessere Bioverfügbarkeit von Häm-Eisen berücksichtigt, reicht vermutlich aus, um die erhöhten Verluste über den Schweiß auszugleichen. Im Fall entleerter Eisenspeicher ist eine Supplementierung mit rund 100 mg/d über mindestens 3 Monate erforderlich. Ein übermäßiger oder prophylaktischer Einsatz von Eisenpräparaten sollte jedoch vermieden werden, weil überschüssiges Eisen prooxidativ wirkt.

Als „Pseudoanämie“ wird eine Abnahme der Konzentration hämatologischer Indikatoren des Eisenstatus bezeichnet, die auf einen Verdünnungseffekt zurückzuführen sind: Zu Beginn eines regelmäßigen Trainingsprogramms erhöht sich das Plasmavolumen schneller und stärker als das Erythrozytenvolumen. In diesem Stadium ist mit falsch-positiven Eisenmangel-Diagnosen zu rechnen.

**Nahrungsergänzungsmittel**

Die Entscheidung, Supplemente oder Nahrungsergänzungsmittel einzunehmen, sollte der Sportler auf der Basis sorgfältiger Überlegungen bezüglich Wirksamkeit, Sicherheit und Legalität der Produkte treffen (◆Abbildung 2).

Ernährungsfachleute werden häufig mit gewohnheitsmäßigem Gebrauch multipler Präparate konfrontiert. Die Palette der Produkte, die als Leistungsförderer beworben werden, wird stetig größer und sowohl Sportler als auch Trainer sind das Ziel von

Gebilligte Supplemente	Nicht gebilligte Supplemente
Sportlergetränke; Gele, Riegel, Flüssignahrung; Multivitamin-Mineralstoffpräparate, Antioxidanzien; Elektrolyte, Kalzium, Eisen, Bikarbonat; Glycerol (zur Hyperhydratation) Koffein, Kreatin	Aminosäuren, Vitamin-B <sub>12</sub> -Injektionen, L-Carnitin, Coenzym Q <sub>10</sub> , Cytochrom C, Pyruvat, Inosin, $\gamma$ -Oryzanol, Chrompicolinat, NO-Stimulatoren, Bienenpollen, Ginseng, Cordyceps, Knoblauch, mit Sauerstoff angereichertes Wasser u. a.

Tab. 5: Supplemente für Sportler nach Einschätzung des Australian Institute of Sport [16]

Marketingkampagnen, die sich mehr auf unbewiesene Behauptungen als auf dokumentierte vorteilhafte Wirkungen stützen. Nichtsdestotrotz gibt es eine Reihe von Produkten, die erwiesenermaßen positive Effekte auf die Leistungsfähigkeit oder das Erreichen von Ernährungszielen haben.

Das *Australian Institute of Sport* [16] billigt im Allgemeinen oder in besonderen Situationen wie z. B. bei Energierestriktion bestimmte Supplemente, während es andere mangels eindeutiger Beweise positiver Wirkungen auf die Leistung nicht billigt (◆ Tabelle 5).

## Gewichtsreduktion im Sport

Sportler unterziehen sich mitunter **Gewichtsreduktions-Diäten**, um das Verhältnis von Kraft zu Körpermasse zu verbessern, ein angestrebtes Wettkampfgewicht zu erreichen oder ihren Körperbau bei Ausübung einer ästhetischen Sportart zu verändern. Da die Zeit für Extra-Trainingseinheiten limitiert ist, manipuliert der überwiegende Teil der Sportler die Energie- und/oder Nährstoffzufuhr. Hierbei reicht die Variationsbreite von moderaten Einschränkungen der Fettzufuhr bis hin zu drastischem Verzicht auf Kohlenhydrate oder zu totalem Fasten.

Um Leistungseinbrüche zu vermeiden, ist eine Gewichtsabnahme von höchstens 0,5–1,0 kg pro Woche anzustreben. Die tägliche Energiezufuhr sollte daher um maximal 500–1000 kcal eingeschränkt werden. Ausreichend Protein und Kohlenhydratlieferanten mit niedrigem glykämischen Index fördern die Sättigung. Kalzium, vor allem aus Milchprodukten [17], scheint sich günstig auf die Gewichtsreduktion auszuwirken. **Low carb**, also Diäten mit niedrigem Kohlenhydratanteil, sind derzeit modern, die Effektivität bei Sportlern und vor allem mögliche negative Einflüsse auf Leistung und Erholung sind jedoch nicht untersucht.

Beim **Gewichtmachen** handelt es sich um eine Methode, die vor allem in

Sportarten mit Gewichtsklassen vor Wettkämpfen eingesetzt wird. Es kommen drakonische Maßnahmen wie kompletter Verzicht auf Nahrung sowie Dehydratation mittels Diuretika, Laxativa und Training in der Sauna zum Einsatz. Wiederholte rasche Verluste (innerhalb von 24 Stunden) von 5 % des Körpergewichts, wie sie in vielen der entsprechenden Sportarten typisch sind, resultieren in erhöhter Anfälligkeit für Hitzschläge, verminderter körperlicher und geistiger Leistungsfähigkeit sowie Störungen des Knochenstoffwechsels. Um langfristige Körperschäden zu vermeiden, sollen die Sportler eine moderatere Nahrungs- und Flüssigkeitsreduktion (< 3 % des Körpergewichts) anstreben und versuchen, in den 1–2 Stunden zwischen dem Wiegen und dem Wettkampf das Defizit an Flüssigkeit, Salz und Kohlenhydraten durch Sportlergetränke und Flüssignahrung wieder auszugleichen, was in den meisten Fällen jedoch nicht gelingt [18].

## Sportler mit Essstörungen

Eine Gewichtsabnahme kann eine Leistungsverbesserung zur Folge haben, ein Effekt, der allerdings vorübergehender Natur ist. Resultiert der angestrebte positive Effekt in einem dysfunktionalen Essverhalten

(athletische Anorexie/Bulimie), können die angewandten Praktiken langfristig zu Leistungsbeeinträchtigungen und gravierenden gesundheitlichen Störungen führen. Chronische Energierestriktion kann assoziiert sein mit:

- Makro- und Mikronährstoffdefiziten,
- herabgesetztem RMR,
- Säure-Basen-Dysbalance,
- Anämie, chronischer Müdigkeit,
- erhöhtem Infektions- und Verletzungsrisiko,
- menstrueller Dysfunktion, verminderter Knochendichte,
- kardiovaskulären und
- gastrointestinalen Beschwerden.

Früherkennung hat höchste Priorität, um das Fortschreiten der Erkrankung einzudämmen und deren Dauer zu verkürzen. Daher ist das Erkennen von Warnsignalen und Symptomen nicht nur durch Fachleute, sondern auch durch Trainer, Sportkameraden und Familienmitglieder von größter Wichtigkeit. Die Behandlung von Essstörungen erfordert eine Kombination von medizinischer Versorgung, Psychotherapie und Ernährungsberatung (vgl. [19]).

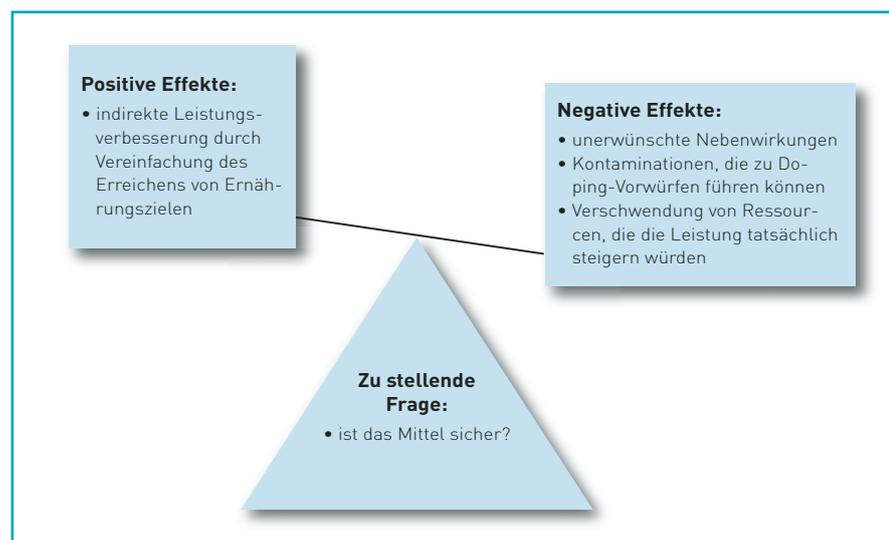


Abb. 2: Pro und Contra der Verwendung von Supplementen und Nahrungsergänzungsmitteln

Unter **athletischer Triade** wird eine pathologische Entwicklung bei Frauen verstanden, die ursächlich auf eine chronisch negative Energiebilanz zurückzuführen ist. Durch hormonelle Veränderungen kommt es zur **Amenorrhö**, die sich wiederum negativ auf die Knochendichte auswirkt, wodurch sich das **Osteoporose-** und das **Frakturrisiko** erhöhen. Eine Erhöhung der täglichen Kalzium-Zufuhr auf 1500 mg/d vermindert die Verluste an Knochenmasse bei amenorrhöischen Athletinnen [20].

### Fazit

In einer repräsentativen Telefonumfrage von 2005 bezeichneten sich rund ein Viertel der Männer und ein Drittel der Frauen als „Nicht-Sportler“. Berücksichtigte man unterschiedliche Altersgruppen, ergab sich folgendes Bild: Während sich nur 9 % der Jugendlichen dieser Kategorie zuzählten, waren es in der Gruppe der über 65-Jährigen 44 %. Der andere Teil der Bevölkerung trieb gelegentlich Sport/Breitensport oder leistungsbezogenen Sport in unterschiedlichem Ausmaß. Im Deutschen Sportbund waren im Jahr 2004 15,5 Mio Männer und 9,5 Mio Frauen organisiert [21].

Auch in der Nationalen Verzehrsstudie II wurde nach dem Aspekt „Körperliche Aktivität“ gefragt (◆ Tabelle 6); danach schätzten sich 59,5 % der Frauen und 58,8 % der Männer als „sportlich aktiv“ ein [22].

Für das „nichtsportliche“ Drittel der Bevölkerung liegt damit in einer Steigerung der körperlichen Aktivität ein großes Potenzial zur Verbesserung des gesundheitlichen Allgemeinbefindens und zur Prävention lebensstilbedingter Krankheiten.

Für die Beratung der sportlich Aktiven zeigt der vorliegende Beitrag, wie Aspekte des Energie- und Nährstoffbedarfs v. a. in der leistungsorientierten Trainingsphase zu berücksichtigen und ohne zweifelhafte Nahrungsergänzungsmittel realisierbar sind.

### Literatur

1. DGE; ÖGE, SGE und SVE, Referenzwerte für die Nährstoffzufuhr, Umschau/Braus 2000
2. American College of Sports Medicine (2000) Nutrition and athletic performance. Med & Sci Sports Exerc 32: 2120–2145
3. Schek A. Ernährungslehre kompakt. 3. Aufl. Umschau Zeitschriftenverlag, Sulzbach 2008 (i. Vorber.)
4. Thompson JL, Manore MM (1996) Predicted and measured resting metabolic rate of male and female endurance athletes. J Am Diet Assoc 96: 30–34
5. Coyle EF (2004) Fluid and fuel intake during exercise. J Sports Sci 22: 39–55
6. Noakes T (2003) Fluid replacement during marathon running. Clin J Sports Med 13: 309–318
7. O'Brien CP (1993) Alcohol and sport: impact of social drinking on recreational and competitive sports performance. Sports Med 15: 71–77
8. Pendergast DR, Leddy JJ, Venkatraman JT (2000) A perspective on fat intake in athletes. J Am Coll Nutr 19: 345–350
9. Venkatraman JT, Pendergast DR (2002) Effect of dietary intake on immune function in athletes. Sports Med 32: 323–337
10. Vogt M, Pentschert A, Howald H et al. (2003) Effects of dietary fat on muscle substrates, metabolism, and performance in athletes. Med Sci Sports Exerc 35: 952–960
11. Burke LM, Howley JA et al. (2000) Carbohydrate loading failed to improve 100-km cycling performance in a placebo-controlled trial. J Appl Physiol 88: 1284–1289
12. Cox GR, Desbrow B et al. (2002) Effect of different protocols of caffeine intake on metabolism and endurance performance. J Appl Physiol 93: 990–999
13. Tarnopolsky M (2004) Protein requirements for endurance athletes. Nutrition 20: 662–668
14. Watson TA, Callister R et al. (2005) Antioxidant restriction and oxidative stress in short duration exhaustive exercise. Med Sci Sports Exerc 37: 63–71
15. Fogelholm M (1995) Indicators of vitamin and mineral status in athletes' blood: a review. Int J Sports Nutr 5: 267–284
16. Australian Institute of Sport (2006) Supplement Program 2006. Zugriff am 23.02.2008 unter [www.ais.org.au/nutrition](http://www.ais.org.au/nutrition)
17. Zemel MB (1994) Role of calcium and dairy products in energy partitioning and weight management. Am J Clin Nutr 79 (suppl.): 907S–912S
18. Slater GJ, Rice AJ et al. (1995) Body-mass management of Australian lightweight rowers prior to and during competition. Med Sci Sports Exerc 37: 860–866
19. Wunderer E [2007] Essen gegen die innere Leere. Ernährungs Umschau 54: 180–187
20. Shakhlina L (2008) Die Folgen falscher Ernährung bei Sportlerinnen. Leistungssport 38/1: 31–35
21. Sportverhalten in Deutschland 2005, repräsentative telefonische Bevölkerungsumfrage. SOKO-Institut GmbH, Bielefeld. <http://www.soko-institut.de> Zugriff am 2.6.2008
22. Nationale Verzehrsstudie II, Ergebnisbericht, Teil 1. [http://www.was-essich.de/uploads/media/NVS\\_II\\_Ergebnisbericht\\_Teil\\_1.pdf](http://www.was-essich.de/uploads/media/NVS_II_Ergebnisbericht_Teil_1.pdf) Zugriff am 2.6.2008

Einstufung der körperlichen Aktivität	[%] der Befragten		
	alle Teilnehmer n = 14 291	Frauen n = 7 723	Männer n = 6 568
keine	28,6	28,7	28,4
leicht	9,0	10,8	7,0
leicht/mittel	15,2	19,8	9,8
leicht/schwer	1,4	1,2	1,8
mittel	22,0	22,7	21,2
mittel/schwer	9,1	6,0	12,8
schwer	5,4	2,8	8,5
schwer/mittel/leicht	9,2	8,2	10,5

Tab. 6: Selbstangaben zur Intensität der körperlichen Aktivität in der NVS II [22]