

Nahrungsergänzungsmittel im Sport

facts and fallacies

Eine evidenzbasierte Evaluierung

Kurt A. Moosburger
Facharzt für Innere Medizin
Sportmedizin - Ernährungsmedizin
6060 Hall i.T., Milser Straße 10

www.dr-moosburger.at

Nahrungsergänzungsmittel (NEM) Supplemente

NEM sind Lebensmittel, die dazu gedacht sind, die normale Ernährung zu ergänzen.

Sie bestehen aus Einfach- oder Mehrfachkonzentraten von Nährstoffen oder sonstigen Stoffen mit ernährungsspezifischer oder physiologischer Wirkung.

NEM werden in dosierter Form in Verkehr gebracht (Kapseln, Pillen, Tabletten, Pastillen, Pulverbeutel, Flüssigampullen, Flaschen mit Tropfeinsätzen usw.) zur Aufnahme in angemessenen Mengen.

(§3 Z 4 LMSVG)

Nahrungsergänzungsmittel (NEM) Supplemente

Dem Begriff "Nahrungsergänzungsmittel" war zunächst der Begriff "**Verzehrprodukt**" vorausgegangen.

Verzehrprodukte waren im Sinne des bisherigen §3 LMG Stoffe, die dazu bestimmt sind, von Menschen gegessen, gekaut oder getrunken zu werden, ohne überwiegend Genuss- oder Ernährungszwecken zu dienen oder Arzneimittel zu sein.

Der Gesetzgeber hat 1975 den Begriff "**Verzehrprodukt**" geschaffen, um die Lücke zwischen Lebensmitteln und Arzneimitteln zu schließen und die zahlreichen Produkte, die sich in dieser "Grauzone" bewegten, einer gesetzlich definierten Kategorie zuzuordnen.

Nahrungsergänzungsmittel (NEM) Supplemente

Der Begriff "**Verzehrprodukt**" fand sich nur im österreichischen Lebensmittelrecht und sonst in keiner Rechtsordnung anderer EU-Mitgliedsstaaten.

Der Gesetzgeber hatte zunächst an Produkte wie zuckerfreien Kaugummi, Raucherentwöhnungsbonbons, Magenfüllsubstanzen und dgl. gedacht. Der Großteil der Verzehrprodukte (in Deutschland schon früher NEM genannt) bestand aber bald aus Produkten, die Vitamine, Mineralstoffe, Spurenelemente und sonstige Substanzen (in jüngerer Zeit zunehmend pflanzliche Wirkstoffe) enthielten.

Charakteristische Verabreichungsform von **Verzehrprodukten**:
Kapseln und Tabletten.

Nahrungsergänzungsmittel (NEM) Supplemente

Mit der am 15. August 2003 in Kraft getretenen LMG-Novelle wurde der Begriff "Verzehrprodukt" durch "**Nahrungsergänzungsmittel**" ersetzt und dieses neu definiert.

Die Begriffsbestimmung des §3 Z 4 LMSVG entspricht derjenigen des Art.2 der Nahrungsergänzungsmittel-Richtlinie 2002/46/EG.

Neu ist, dass die Nahrungsergänzungsmittel dem Oberbegriff "**Lebensmittel**" zugeordnet werden.

(Die bisherigen Verzehrprodukte waren eine eigene Kategorie).

Nahrungsergänzungsmittel (NEM) Supplemente

NEM werden (so wie früher die Verzehrprodukte) im Hinblick auf die für sie charakteristischen Inhaltsstoffe oft mit gesundheitsbezogenen Angaben in Verkehr gebracht.

Damit nähern sie sich in ihrer Erscheinungsform tendenziell den **Arzneimitteln** an.

Ungeachtet der bisherigen Anmelde- und Zulassungsverfahren (auch unter dem dzt. Gesetzgeber, der nur eine "Meldung" vorsieht) **bewegt sich ein beträchtlicher Teil der NEM im illegalen Bereich**, wodurch wieder eine "Grauzone" entstanden ist.

Nahrungsergänzungsmittel (NEM) Supplemente

Zusammenfassung:

NEM sind Produkte in arzneitypischer Darreichung (Kapseln, Tabletten, Pulverbeutel, Trinkampullen...), die Nährstoffe und sonstige Substanzen mit ernährungsspezifischer oder physiologischer Wirkung enthalten und zur Ergänzung der täglichen Nahrung gedacht sind.

Erst seit wenigen Jahren gibt es besondere Rechtsvorschriften für diese Präparate.

Trotzdem gibt es nach wie vor eine "Grauzone".

Grundlagen

Zwei Prinzipien stellen die Wirksamkeit von Nahrungsergänzungsmitteln grundsätzlich in Frage:

1. **Es gibt keinen Nährstoff, dessen Bedarf überproportional zum Energiebedarf ansteigt.**
2. **Eine Nährstoffzufuhr, die den Bedarf übersteigt, steigert weder die Gesundheit noch die körperliche Leistungsfähigkeit.**

Grundlagen

ZU 1: Es gibt keinen Nährstoff, dessen Bedarf überproportional zum Energiebedarf ansteigt

Bei bedarfsgerechter Energiezufuhr und abwechslungsreicher, ausgewogener Mischkost nach den evidenzbasierten Ernährungsrichtlinien ist die Versorgung mit allen Makro- und Mikronährstoffen sichergestellt - **auch im Leistungssport !**

(Mythos "ausgelaugte Böden" ..., überschätzter Vitaminbedarf usw.)

⇒ Ein Nährstoffdefizit ist nicht auf den im Sport gesteigerten Nährstoffumsatz zurückzuführen, sondern auf eine Ernährung, die nicht den Erfordernissen angepasst ist.

Grundlagen

Zu 2: Eine Nährstoffzufuhr, die den Bedarf übersteigt, steigert weder die Gesundheit noch die körperliche Leistungsfähigkeit

Aber: Eine Unterversorgung kann die Leistungsfähigkeit einschränken

⇒ Der Ausgleich eines Nährstoffmangels kann eine Leistungssteigerung bewirken

**Nahrungsergänzungsmittel
sind dafür aber nicht erforderlich**

Nahrungsergänzungsmittel im Sport

Ergogene Supplemente ?

Eine kritische Betrachtung

Was ist gesichert ?

Fakten und Irrtümer

Nahrungsergänzungsmittel im Sport

Ergogene Supplemente ?

1. Energiekonzentrate ("weight gainer")
2. Kohlenhydratkonzentrate
3. Proteinkonzentrate
4. Sportgetränke
5. Mikronährstoff-Präparate
6. Ernährungs- u. stoffwechselbezogene "Leistungsförderer"

Energiekonzentrate

“weight gainer”

- Angebot als Pulver und Riegel oder in flüssiger Form
- nur in Ausnahmefällen zweckmäßig
 - Gesamtenergiebedarf > 6000 kcal/d bzw.
 - Leistungsenergiebedarf > 3000 kcal
- nur bei adäquater Zusammensetzung sinnvoll
 - max. 30 Energie% Fette
 - 15 Energie% Proteine
 - 55 Energie% Kohlenhydrate

aber nur dann, wenn es nicht möglich ist,
den Energiebedarf mit “normaler” Ernährung zu decken

Ermittlung des Energiebedarfs und der Makronährstoffverteilung

am Beispiel der Vorbereitung auf das RAAM
(4800 km mit dem Rad non stop quer durch die U.S.A.)

Extrembedingung auch in Punkto Ernährung:

Der hohe Energiebedarf (12000 - 14000 kcal/Tag)
kann ohne **vollbilanzierte Trinknahrung** nicht gedeckt werden

ARBEITSUMSATZ

Ermittlung mittels Spiroergometrie:

$$\text{kcal pro Minute} = \text{VO}_2 \times 5$$

VO_2 : Sauerstoffaufnahme in Liter pro Minute
Faktor 5 : Umrechnung Liter $\text{O}_2 \rightarrow$ kcal

$$\Rightarrow \text{kcal pro Stunde} = \text{VO}_2 \times 5 \times 60$$

Beispiele:

a) $\text{VO}_2 = 3 \text{ l/min} \rightarrow \text{Energieumsatz} = 3 \times 5 = 15 \text{ kcal/min} = 900 \text{ kcal/h}$

b) Ausdauertraining mit 70% der $\text{VO}_2\text{max} \rightarrow \text{kcal/h} = \text{VO}_2\text{max} \times 0.7 \times 5 \times 60$

ARBEITSUMSATZ

MET: metabolisches Äquivalent (*metabolic equivalent of task*)

1 MET ist die O₂-Aufnahme einer erwachsenen Person im Sitzen
= 3.5 (Mann) bzw. 3.15 (Frau) ml VO₂ pro Minute und kg Körpergewicht

$$\text{kcal/min} = [\text{MET} \times 3.5 \text{ (bzw. 3.15)} \times \text{kg Körpergewicht}] \times 5/1000$$

$$\text{kcal/h} = [\text{MET} \times 3.5 \text{ (bzw. 3.15)} \times \text{kg Körpergewicht}] \times 5/1000 \times 60$$

$$\Rightarrow \text{kcal/min} = [\text{MET} \times 3.5 \text{ (bzw. 3.15)} \times \text{kg Körpergewicht}] / 200$$

$$\Rightarrow \text{kcal/h} = [\text{MET} \times 3.5 \text{ (bzw. 3.15)} \times \text{kg Körpergewicht}] \times 0.3$$

\Rightarrow 1 MET in kcal/min = ca. 1 kcal pro kg Körpergewicht und Stunde
(ca. 5% über dem GU)

Mann: 1.05 kcal/kg*h

Frau : 0.95 kcal/kg*h

Beispiel: 70 kg schwere Person \rightarrow 1 MET = ca. 70 kcal/h (Mann: 73 kcal/h, Frau: 66 kcal/h)
(ca. 1.2 bzw. 1.1 kcal/min)

siehe "Der Energieumsatz", www.dr-moosburger.at/wp-content/uploads/pub014.pdf

FUNKTIONSDIAGNOSTIK 1

1 MET = 3,5 ml VO₂ / min / kg
 = ~ 1 kcal / kg / Std
 (~ 1,2 kcal / min)

Geburtsdatum: _____

Ausgangswerte: _____

Größe (cm): _____

HF (min⁻¹): 90

Gewicht (kg): 75,6

RR (mmHg): _____

Körperoberfläche (m²): _____

Laktat (mmol / l): 1,1

MET

Watt / km/h	Zeit (min)	HF	Laktat	RR	VO ₂	VO ₂ / kg	Befinden
160	9	109	0,8	120/80		25	6.3
200	18	123	0,9			33	9.8
240	27	139	1,1			47	11.8
280	36	152	1,3 (1,6)	165/80		49,5	12.5
320	45	167	2,4 (2,1)			59,0	14.8
Erholung	1. Minute	122					
	3. Minute	115	1,6				
	5. Minute						

Original an IMSB

Ermittlung des Energiebedarfs

1 MET in kcal/min = 1 kcal pro kg KG und Stunde

In diesem Fall (Körpergewicht 75.5 kg):

12.5 METs \Rightarrow fast 1000 kcal pro Stunde

(bei einer Leistung von 280 Watt)

realistisch: max. 750 kcal/h

\Rightarrow Leistung von ca. 200 Watt

	Kcal	Wt	EW	Ben
EW + A	400 (300)	160 kcal / 240 (10g)	10p = 40	
TP	300	38 - (150) 1p = 26 kcal	5p = 23 kcal 1 = (45)	16 = 54 1.5 = (108)
P B	225	1p p = 160	10 = 40	3 = (27)
FN G	225 (225)	²²⁰ (56 = 224)		
(A)	925 kcal	670 kcal (~165g)	125 kcal (~30g)	135 kcal (~15)
(B)	825 kcal	550 kcal (135g)	125 kcal (30)	135 kcal (15)
(C)	750 kcal	535 kcal (~130g)	85 kcal 125 kcal (20g)	135 kcal (15)
(A) (x16)	14800 kcal	10720 kcal (2600g) (92%)	2000 kcal (480g) (3.5%)	2700 kcal (300) (18%)
(B) (x18)	14850 kcal	9900 kcal (2430g) (67%)	2250 kcal (540g) (15%)	2700 kcal (300) (18%)
(C) (x20)	15000 kcal	10700 kcal (2600g) (71%)	1700 kcal (400g) (10%)	2700 kcal (300g) (8%)

Ermittlung des Energiebedarfs

Realisierbare Energiezufuhr: 750 kcal pro Stunde

20 Stunden reine Fahrzeit pro 24 Std \Rightarrow **15000 kcal**

Aufteilung der Makronährstoffe:

Kohlenhydrate:	ca. 70% (ca. 10500 kcal = ca. 2600 g)
Proteine:	ca. 12% (ca. 1800 kcal = ca. 430 g)
Fette:	ca. 18% (ca. 2700 kcal = ca. 300 g)

ERNÄHRUNG für HERBERT – “RAAM 2000“

A) Flüssig:

- **“TETRAPAK“** (Hochkalorische, vollbilanzierte Trinknahrung incl. Elektrolyte, Spurenelemente u. Vitamine) (1 TP = 200 ml = 300 kcal)
- a) **ENSURE PLUS** (ohne Ballaststoffe): **“TP“**
Zubereitung: 200 ml TP + 200 ml Wasser (isotonisch) = 300 kcal/400 ml
+ 300 ml (hypotonisch) = 300 kcal/500 ml
- b) **ENERGAN PLUS** oder **BIOPLUS** (mit Ballaststoffen): **“TP+B“**
Zubereitung: 200 ml TP+B + 100 ml Wasser (isotonisch) = 300 kcal/300 ml
+ 200 ml (hypotonisch) = 300 kcal/400 ml

- **ENERVIT G** (Kohlenhydrate + Elektrolyte): **“ENG“**
Pulver (100 g = 93 g KH = 375 Kcal), Beutel à 400 g, 1 Messbecher = 20 g = 75 kcal
isotonisch = 80 g pro Liter = 300 kcal/l
Zubereitung: 4 (3) MB in 1 (0.75) Liter Wasser bzw. 2 Beutel in 10 Liter
= 300 kcal/1000 ml
= 225 kcal/ 750 ml
= 150 kcal/ 500 ml
hypotonisch: 3 (2) MB in 1 (0.75) Liter
= 225 kcal/1000 ml
= 150 kcal/ 750 ml

- **ENERVITENE** (Kohlenhydrate ohne Elektrolyte, „Energiespender“): **“ENE“**
Pulver (100 g = 97 g KH = 390 kcal), 1 Messbecher = 20 g = 78 kcal
- **ENERVITAM SIMPLEX** (verzweigt-kettige Aminosäuren + Kohlenhydrate): **“AS“**
Pulver (100 g = 382 kcal), 1 Sackerl = 48 kcal (3.5 g AS + 7.5 g KH)
2 Sackerl = 96 kcal (7 g AS + 15 g KH)

- Zubereitung: 4 MB ENE + 2 AS in 1 Liter Wasser = 400 kcal/1000 ml
3 MB + 2 AS in 0.75 l = 330 kcal/ 750 ml

- **SUPPE**: **“ SUPPE“**
Zubereitung: 2 Suppenwürfel + 4 EL (50 g) Maltodextrin in ½ l Wasser
= 200 kcal/500 ml
= 100 kcal/250 ml

B) Fest:

- **ENERGY BAR** (Riegel): **“EBAR“**
1 Riegel = 150 kcal: 2 x ½ Riegel = 2 x 75 kcal

- **POWER SPORT** (Riegel): **“PS“**
1 Riegel = 220 kcal: 4 x ¼ Riegel = 4 x 55 kcal

- weiters: **Banane (100–150 kcal), Brot, Trockenfrüchte...**
(...Schweinsbraten mit Grammignädln, T-bone Steak, Chateaubriand, an hoibn Ochsn usw...)

Realisierte Energiezufuhr beim RAAM

max. 14000 kcal/24 Std

so gut wie ausschließlich in flüssiger Form:

- Vollbilanzierte Trinknahrung
- Kohlenhydrat-Elektrolytgetränk

Auszug aus dem Ernährungsprotokoll (Tag 6):

Energiezufuhr: 13700 kcal

Flüssigkeitszufuhr: 23.5 l

Tag	Zeit	Anz.	Nahrung	ml	kcal	ml ges.	kcal ges.
28.08.			Tag VI			1	
Überlauf		1 ⁰⁵	2x Ensure	500	500	15.250	7.900
	1:50	1	En G	750	220	16.000	8.110
	2:20	1	Coca	250	150	16.250	8.210
	2:33	1	TP	300	300	16.550	8.510
	2:40	1	TP+B	300	300	16.850	8.810
	2:50		TP	200	300	17.150	9.010
	3:00	1	Ensure	250	300	17.500	9.310
			SCHLAFPAUSE 3:30-5:30				
	6:00	1	TP	300	300	17.800	9.610
	6:20	1	Red Bull	250	115	18.050	9.800
	6:40	2	TP+TP+B	500	600	18.550	10.400
	6:50	1/2	Banane		75		10.475
	7:00	1/4	RP		50	18.550	10.525
	7:10	1/2	Janam		75		10.600
	7:30	1/2	RP		50		10.650
	7:45	1/4	RP		50		10.700
	7:50	1	EN + A	750	420	19.300	11.000
	8:00	1/4	RP		50		11.050
	8:10	1/4	"		50		11.100
	8:35	1/2	RE		80		11.180
	8:45	2	TP+B	500	600	19.800	11.780
	8:50	1/2	RE		75		11.850
	9:30	1/2	Banane		75		11.925
	9:40	1	EN + A	750	400	20.550	12.350
	9:45	1/2	Banane		75		12.425
	10:00	1	Coca Cola	500	200	21.050	12.600
	10:50	1/2	Banane		150		12.750
	10:55	1	En G	750	220	21.800	12.970
	11:20	1	En G	750	220	22.550	13.200
	11:25		En + A / En G + 10g Kreatin	250	100	22.800	13.300
	11:45		3 halbe Brotchen		100		13.400
	11:50		"		100		13.500
	11:55		En G	750	220	123.550	13.700

9 Tage lang 12000 - 14000 kcal
und bis 30 Liter täglich...

RAAM 1999



RAAM 2000



Kohlenhydratkonzentrate

- meist in Pulverform zum Einrühren in Getränke oder Speisen
Kohlenhydrate mit einer Oxidationsrate von 1 g/min
(Maltodextrin, Glukose, Fruktose, Maltose, Saccharose...)
- Während intensiver Ausdauerbelastung schont eine regelmäßige Kohlenhydrat-Zufuhr (v.a. KH mit hohem glykämischen Index) die Glykogenreserven der Leber ⇒ Verhinderung einer Hypoglykämie ("Hungerast") und trägt zu einem gewissen Prozentsatz auch zur muskulären Energiebereitstellung bei.
- Im Anschluss an eine intensive od. lange Ausdauerbelastung (⇒ muskuläre Glykogendepletion) zweckmäßig zur raschen Einleitung der Glykogen-Resynthese ("open window", Kombination KH + Protein noch effizienter)

Aber: Kohlenhydratreiche Lebensmittel erfüllen den gleichen Zweck !

Proteinbedarf - Supplementation

Proteinkonzentrate werden v.a. von Kraftsportlern verwendet, die aber nicht wesentlich mehr Eiweiß als Nicht-Sportler benötigen, weil die bei Belastung freigesetzten Aminosäuren größtenteils wiederverwertet werden.

Im Ausdauersport wird ein gewisser Anteil an glukogenen Aminosäuren energieliefernd verbraucht (das C-Gerüst wird oxidiert, der Stickstoff als Harnstoff ausgeschieden).

Der Proteinanteil an der muskulären Energiebereitstellung macht beim Ausdauertraining jedoch nicht mehr als 5% aus (selbst bei intensivster Ausdauerbelastung im Wettkampf weniger als 10%)

⇒ höherer Proteinbedarf im Ausdauersport als im Kraftsport (!)

Proteinbedarf

Bei bedarfsgerechter Energiezufuhr reichen **15 Energie% Nahrungsprotein** in jedem Fall aus, um den Verbrauch zu kompensieren.

1.2 - 1.5 g Eiweiß/kg KG sind im Ausdauersport für eine ausgeglichene N-Bilanz nötig.

Nicht-Sportler nehmen ca. 1.2 g EW/kg zu sich
(bei geringerer Energiezufuhr ⇒ geringere absolute EW-Menge)

Diese Menge kann problemlos über die "normale" Nahrung zugeführt werden.

Ausnahme: Veganer (kontraproduktive Ernährung)

Proteinbedarf

Angabe der Proteinzufuhr
in Energie% und bezogen auf das Körpergewicht

Die absolute Menge der Proteinzufuhr ist
1. von der Gesamtenergiezufuhr abhängig:

Beispiel:

Energiezufuhr 4000 kcal

⇒ 15 Energie% = 600 kcal = ca. 140 Gramm Eiweiß

2. in Relation zum Körpergewicht zu betrachten:

Körpergewicht von 100 kg ⇒ 1.4 g/kg

Körpergewicht von 70 kg ⇒ 2.0 g/kg

Proteinbedarf

Während der Proteinbedarf im Ausdauersport vielfach unterschätzt wird, wird er im Kraftsport und vor allem im Bodybuilding in der Regel weit überschätzt:

- Zur Erhaltung der Muskelmasse genügt eine Proteinzufuhr von 0.8 g/kg Körpergewicht
- Für einen Aufbau von Muskelmasse genügen bereits 1.2 g/kg
Mehr als 1.8 g/kg ist nicht zweckmäßig und damit nicht sinnvoll

Primär entscheidend ist der Trainingsreiz !

Eine Proteinzufuhr allein lässt noch keine "Muckis wachsen"

- ⇒ Auch für die Versorgung des Kraftsportlers mit Aminosäuren reichen 15 Energie% Eiweiß aus

Proteinkonzentrate

- In Pulverform oder als Riegel (Pulver: bis zu 90% Eiweiß)
- Wesentlicher Bestandteil ist meist tryptisch angedautes (in Dipeptide und Aminosäuren zerlegtes) Molkeprotein (*englisch: whey*)
- Ein solches Hydrolysat soll eine bessere Verfügbarkeit der Aminosäuren ermöglichen.

Das ist aber nicht der Fall

(Die Aminosäuren werden zwar etwas schneller resorbiert, aber nicht in größerem Umfang)

Proteinkonzentrate

Im Bodybuilding werden 3 - 4 g Eiweiß/kg zugeführt,
entsprechend 25 - 30 Energieprozent
⇒ bis zu 400 Gramm täglich (!)

Nicht vergessen: Beim Schwingen der "chemischen Keule"
(androgen-anabole Steroide, HGH, Insulin, Clenbuterol...)
sind keine physiologischen Voraussetzungen gegeben !

Eine übermäßige Proteinzufuhr führt nicht nur zu einer

- gesteigerten Oxidation von Aminosäuren
- erhöhten Bildung und Ausscheidung von Harnstoff
- leistungsmindernden Hyperammonämie
- reduzierten endogenen Glutaminsynthese

sondern bedeutet auch eine übermäßige Energiezufuhr
⇒ positive Energiebilanz ⇒ **Fettbildung und -speicherung**

weitere Info: "Der Proteinstoffwechsel", www.dr-moosburger.at/wp-content/uploads/pub019.pdf

Sportgetränke

1. Rehydratation

2. Energielieferung

Sportgetränke

ad 1. Rehydratation

Schweißverlust 1 - 2 Liter pro Stunde je nach Belastungsintensität, Umgebungstemperatur und Luftfeuchtigkeit (unter Extrembedingungen noch mehr)

Bereits ein Wasserverlust von 2 % kann zu einer Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit führen

ad 2. Energielieferung

⇒ Kohlenhydrate (in diesem Fall Zucker)
keine anderen Makronährstoffe zweckmäßig

auch kein Zusatz an Vitaminen und Spurenelementen notwendig (ein solcher ist sogar eher kontraproduktiv)

Sportgetränke

Zuckerarten

- Monosaccharide** (Einfachzucker):
- * *Glukose* (Traubenzucker)
 - * *Fruktose* (Fruchtzucker)
- Disaccharide** (Zweifachzucker):
- * *Saccharose* (Rohr-/Rübenzucker, "Haushaltszucker")
= *Glukose* + *Fruktose*
 - * *Maltose* (Malzzucker)
= *Glukose* + *Glukose*
 - * *Laktose* (Milchzucker)
= *Glukose* + *Galaktose*
- Polysaccharide** (Mehrfachzucker):
- * *Maltodextrin*
Gemisch aus Monomeren (*Glukose*),
Dimeren (*Maltose*), Oligomeren
und Polymeren (10-20) der *Glukose*

Sportgetränke

1. Magenentleerungsrate

Der wichtigste Faktor, der die Magenentleerung beeinflusst, ist der Kohlenhydratgehalt.

Je höher der Zuckergehalt, desto langsamer die Magenentleerung

Die *Osmolalität* (= osmolare Konzentration der gelösten Teilchen) ist für diesen Aspekt zweitrangig, ebenso Elektrolyte und Kohlensäure

2. Absorption

Durch Zugabe von Zucker (Glukose wird aktiv durch die Zellen der Darmwand transportiert) sowie von Natrium, das zusammen mit Glukose transportiert wird (*Cotransport*), kann die *Geschwindigkeit* der Wasserabsorption erhöht werden

Sportgetränke

Zweckmäßige Zusammensetzung

➤ Osmolalität

290 mosm/l = isotonisch

➤ Zuckergehalt

-> 5 - 6 % (50 - 60 g/l) bei ausschließlich Glukose

-> 6 - 8 % (60 - 80 g/l) bei Saccharose oder einer Mischung aus Glukose/Saccharose/Maltodextrin (zusätzlich Fruktose günstig)

-> bis zu 160 g/l bei ausschließlich Maltodextrin möglich

➤ Natriumgehalt (bzw. NaCl = Kochsalz)

400 - 800 mg/l (entspricht ca. 1 - 2 g NaCl/l)

Sportgetränke

- **Hypotonische Zusammensetzung:** nur 20g Zucker und dafür 1200mg Na/l (ORL = orale Rehydratationslösung)
Noch schnellere Wasserabsorption als bei isotonischer Zusammensetzung
⇒ Bei Durchfall oder sehr starkem Schweißverlust
Mit einer entsprechend größeren Trinkmenge wird auch ausreichend Energie (in Form von Zucker) zugeführt
- **Hypertonische Getränke** (unverdünnte Fruchtsäfte, Soft-drinks, Limonaden, Energy drinks) sind nicht als Sportgetränke geeignet
⇒ zuerst Sekretion von Wasser in den Darm, bis Isotonie erreicht ist, dann erst Absorption möglich
- **Verdünnte Fruchtsäfte** (z.B. "Apfelschorle") sind nur bedingt als Sportgetränk geeignet (abgesehen von einer evtl. Fruktosemalabsorption)
Verdünnung mit Wasser 1:2 (= Mischverhältnis 1:1)
und Zusatz von Natrium bzw. NaCl (400-800mg bzw. 1-2g/l)
oder Verdünnung mit Na-reichem Mineralwasser (mind. 800mg/l)

weitere Info: "Trinken im Sport", www.dr-moosburger.at/wp-content/uploads/pub045.pdf

Sportgetränke

➤ "Fertige" isotonische Elektrolytgetränke

Bekannte Marken: *Isostar, Enervit, Powerade, Powerbar...*

Pulver: Isotonische Zubereitung laut Anleitung

Der Zusatz von Aminosäuren und Vitaminen ist überflüssig

➤ Alternative: selbst zubereitete Getränke

Siehe "Ernährung im Sport", www.dr-moosburger.at/wp-content/uploads/pub080.pdf

"Trinken im Sport", www.dr-moosburger.at/wp-content/uploads/pub045.pdf

Beispiele für die Zubereitung eines einfachen, zweckmäßigen Sportgetränks

- 80 (bis 120) g Maltodextrin (z.B. in Apotheken erhältlich) in 1 Liter Wasser auflösen (fraktioniert) und 1 bis 2 g Salz zusetzen
- 500 ml Fruchtmolke je nach Zuckergehalt mit Wasser verdünnen und je nach Natriumgehalt noch etwas Salz zusetzen
- 2 bis 4 Suppenwürfel auf 1 Liter Wasser plus 60 g (bis 100 g) Maltodextrin (kann warm und kalt getrunken werden)

(1 g NaCl = ca. 400 mg Natrium, 2 g NaCl = ca. 800 mg Natrium)

Problem Muskelkrämpfe im Sport

Muskelkrämpfe, die während oder unmittelbar nach sportlicher Betätigung auftreten, sind (abgesehen vom Aspekt der mechanischen Be- bzw. Überlastung) ein Problem der **Dehydratation**:

Allein schon durch die muskuläre Glykogendepletion verliert die Muskelzelle viel Wasser (1 g Glukose "bindet" 3 bis 4 g Wasser).

Dazu kommt der Wasser- und Natriumverlust durch Schwitzen.

→ Eine muskuläre Dehydratation senkt die Krampfschwelle

Eine Magnesium-Supplementation wirkt hier nicht vorbeugend, vielmehr eine Supplementation von Natrium

→ Ausreichend und zweckmäßig trinken !

Mikronährstoffpräparate

- Mikronährstoffe: Vitamine, Mineralstoffe und Spurenelemente
- Angebot als Pulver, Brausetabletten, Kapseln, Dragees
- Oft Überschreitung der empfohlenen Zufuhr um das 10-fache
⇒ Nebenwirkungen (z.B. Durchfall)
- Bei ausgewogener, vollwertiger, dem Bedarf angepasster Kost ist eine Mikronährstoff-Supplementation nicht notwendig und damit auch nicht sinnvoll.
- Der Bedarf an Mikronährstoffen steigt im Sport nicht überproportional zum erhöhten Energiebedarf an.
- Der Organismus geht mit seinen Ressourcen sparsam um und verfügt über Einsparungsmechanismen (z.B. geringerer Mineralstoff- und Vitaminverlust mit zunehmender Schweißproduktion)
- **Eine Supplementation ist nur bei nachgewiesenem Mangel angezeigt**
z.B. Eisen: Serum-Ferritinspiegel ↓ (Serumeisenspiegel nicht relevant)

Mikronährstoffpräparate

Eisen:

Substitution nicht nur bei Eisenmangelanämie (Hb/MCH/MCV ↓),
im Sport bereits bei erniedrigtem Serum-Ferritin ohne Anämie sinnvoll

Gefährdet:

Menstruierende Frauen, die kein "rotes" Fleisch essen und sportlich aktiv sind
(v.a. Läuferinnen - mechanische Hämolyse im Bereich der Fußsohlen)
vor allem dann, wenn sie eine verstärkte und/oder verlängerte Regelblutung haben
⇒ so gut wie obligater (vorhersehbarer) Eisenmangel

Sport: Höherer Eisenumsatz und höherer Eisenverlust (über Urin, Stuhl, Schweiß)
sowie geringere Eisenresorption im Darm

⇒ höherer Eisenbedarf

⇒ **mindestens 3x/Wo "rotes" Fleisch essen: effizienteste Eisenquelle! (Häm-Eisen)**
Pflanzliches Eisen (Nicht-Häm-Eisen) wird schlechter resorbiert

Bei Hypermenorrhoe/Meno-/Metrorrhagie: Möglichkeit der Verringerung des Eisenverlustes mittels
Einnahme der "Pille" im "Langzyklus" (3 Monate durchgehend, dann 7 Tage Pause)
oder täglich ohne Pause. Alternative: "Hormonspirale"

⇒ Ausbleiben der monatlichen Blutung ⇒ Verringerung des Eisenverlustes

Mikronährstoffpräparate

Jod:

- ⇒ Jodierung des Speisesalzes
Seefisch 1 - 2x/Woche

Provitamin A (Beta-Carotin), Vitamin C, Vitamin E:

antioxidative Vitamine ("Radikalfänger")
Oxidativer Stress bei intensivem Ausdauersport

- ⇒ regelmäßig Obst und grünes/rotes/gelbes Gemüse
("bunt essen")

Zink:

Mangelsymptome: Appetitlosigkeit, verzögerte Wundheilung, erhöhte Infektanfälligkeit.

Effizienteste Zinkquelle: "Rotes" Fleisch

weitere: Käse, Fisch, Gemüse, Getreideprodukte

Mikronährstoffpräparate

Magnesium:

Mangel bei zu geringer Kohlenhydratzufuhr (Eiweißdiäten !)
⇒ ausreichend Gemüse, Vollkornprodukte

Kalzium:

Defizit bei

- längerfristig verminderter Energiezufuhr
- zu wenig Milch/Milchprodukte auf dem Speiseplan
(effizienteste Kalziumquelle !)

Gefährdet: Langstreckenläuferinnen

Risiko: **Abnahme der Knochendichte** ⇒ Osteopenie, Osteoporose
vor allem bei Oligo-/Amenorrhoe !

⇒ Kalzium- und Vitamin D₃-Supplementation (500mg/1000 IE tgl.)
(+ HRT bei Amenorrhoe)

"Knochengesunde" Ernährung

Ausreichend Kalziumzufuhr
(in Verbindung mit körperlicher Aktivität)

1. - 10. Lj. 800 mg/Tag

11. - 20. Lj. 1200 mg/Tag

ab 20. Lj. 1000 mg/Tag

Schwangerschaft
& Stillzeit 1200 - 1500 mg/Tag

plus ausreichend Vitamin D (**Sonne**, Nahrung)

Tagesbedarf an Kalzium (Beispiel)

- | | |
|-------------------------------------|-------------------|
| ➤ $\frac{1}{4}$ l Magermilch | 300 mg Kalzium |
| ➤ $\frac{1}{4}$ l Joghurt (1% Fett) | 300 mg Kalzium |
| ➤ 70 g Schnittkäse mager | 450 mg Kalzium |
| ➤ Salat, Gemüse, Mineralwasser | 150 mg Kalzium |
| | ----- |
| | → 1200 mg Kalzium |



Quelle: www.netdokter.at



**Milch, Milchprodukte, Käse etc.
sind ideale Kalzium Lieferanten**

Quelle: www.osteoporoseportal.de

moo

Tabelle: Kalziumgehalt in Nahrungsmitteln

Lebensmittel	Portion	Kalzium	kJ	kcal.
Milch, Milchprodukte und Käse				
Milch	1/4 l	300 mg	695	165
Magermilch	1/4 l	300 mg	515	125
Buttermilch	1/4 l	275 mg	380	90
Joghurt (1 % Fett)	1/4 l	285 mg	330	80
Joghurt (3,6 % Fett)	1/4 l	300 mg	635	150
Früchtejoghurt (3,6 % Fett)	1/4 l	300 mg	820	195
Camembert (25 % F.i.T.)	70 g	420 mg	600	145
Camembert(45 % F.i.T.)	70 g	268 mg	830	200
Emmentaler (45 % F.i.T.)	70 g	840 mg	1.120	270
Edamer (45 % F.i.T.)	70 g	525 mg	1.040	250
Käse n. holl. Art (35 % F.i.T.)	70 g	525 mg	790	190
Gouda (45 % F.i.T.)	70 g	525 mg	1.070	250
Mozzarella (46 % F.i.T.)	70 g	210 mg	1.120	270
Parmesan (35 % F.i.T.)	70 g	900 mg	1.100	260
Schafkäse (45 % F.i.T.)	70 g	420 mg	1.070	250
Brie (55 % F.i.T.)	70 g	280 mg	1.000	240
Tilsiter (35 % F.i.T.)	70 g	630 mg	790	190

Kalzium in Mineralwasser

Ca-Gehalt in mg/l (gerundet)

Rogaska	380
Long life	270
Alpquell	250
Preblauer	250
Juvina	240
Radenska	220
Astoria	220
Tiroler Quelle	205
Peterquelle	160
Römerquelle	145
Güssinger	115
Vöslauer	110
Waldquelle	80
Silberquelle	70
Gasteiner	30

Ernährungs- und stoffwechselbezogene "Leistungsförderer"

- **Körpereigene Wirkstoffe und Stoffwechselprodukte:** Kreatin, L-Carnitin, Pyruvat, Orotsäure, Cholin, Inositol, Hydroxycitrat (HCA), Coenzym Q10, Hydroxymethylbutyrat (HMB), Alpha-Liponsäure, Stickoxid (NO), NADH
- **Aminosäuren:** BCAA, Glutamin, Taurin, Arginin, Ornithin, Asparaginsäure
- **Fette:** mittelkettige Triglyzeride (MCT), konjugierte Linolsäure (CLA)
- **Elektrolyte:** Natrium, Magnesium, Kalzium, Kalium, Phosphor
- **Spurenelemente:** Eisen, Zink, Selen, Chrom, Kupfer
- **Vitamine:** "ACE", Folsäure, Vitamin B₁₂
- **Sekundäre Pflanzenstoffe:** Flavonoide
- **Enzyme:** Bromelain, Papain
- **Alkaloide:** Koffein

Kreatin

Körpereigene Substanz, aus 3 Aminosäuren gebildet (Arginin, Glycin, Methionin)
Zufuhr über die Nahrung (v.a. Fleisch - griech.: "kreat")

In Pulver- und Kapselform und Trinkampullen auf dem Markt

Einziges Supplement mit ergogenem Potential im Kraft- bzw. Kraftausdauerbereich
(aber nicht obligat bei jedermann - es gibt Non-Responder)

Kein ergogener Effekt im Ausdauerbereich (ist auch nicht zu erwarten)

Effekt: Hinauszögern der Muskelermüdung bei wiederholten Kurzzeitbelastungen mit hoher Intensität

⇒ höheres Trainingspensum möglich ⇒ Muskelmasse und Kraft ↑

"Lademodus":
- schnell: 4 x 5 Gramm täglich über 5 Tage
- langsam: 3 Gramm täglich über 30 Tage

Erhaltungsdosis: 2 Gramm täglich

Zahlreiche wissenschaftliche Publikationen, ausreichende Datenlage

weitere Info: "Kreatin im Sport", www.dr-moosburger.at/wp-content/uploads/pub037.pdf

"Die muskuläre Energiebereitstellung im Sport", www.dr-moosburger.at/wp-content/uploads/pub023.pdf

L-Carnitin

Körpereigene Substanz, Bildung aus Lysin und Methionin
Zufuhr über die Nahrung (v.a. Fleisch - lat.: *caro, carnis*)

Angeboten als Pulver, Kapseln, Kautabletten, Sirup

Beworben als "fatburner" (postulierte Steigerung der Fettverbrennung)
zur - Gewichtsreduktion (Reduktion des Körperfettanteils)
- Steigerung der Ausdauerleistungsfähigkeit

Beides trifft nicht zu !

Eine Steigerung der Betaoxidation durch L-Carnitin-Supplementation ist nicht möglich, weil die Verfügbarkeit an Carnitin nicht der geschwindigkeitsbestimmende Schritt des Fettabbaus ist.

Abgesehen davon wird das supplementierte Carnitin nicht einmal in die Muskelzellen aufgenommen ! (⇒ "teurer Urin")

weitere Info: "Carnitin im Sport - die Wahrheit", www.dr-moosburger.at/wp-content/uploads/pub011.pdf

Pyruvat

Anion der Brenztraubensäure

Zentraler intermediärer Metabolit im Kohlenhydratstoffwechsel (Glykolyse, Glukoneogenese)

In Form von Trinkampullen auf dem Markt (trinkfertige Lösung in Ampullen)

Bewerbung:

- 1. Steigerung der Ausdauerleistungsfähigkeit:** eine 7-tägige Zufuhr von Pyruvat (plus Dihydroaceton in Kombination mit KH-reicher Kost) vor einer intensiven Ausdauerbelastung soll unter Belastung eine gesteigerte Glukoseaufnahme in die Muskulatur bewirken (STANKO 1990).
Fragliche Steigerung der Glukoneogenese und Glykogensynthese in der Leber.
 - 2. "Fett-Bremse"** durch einen hypothetischen "futile circle" (= zweckloser Stoffwechselkreislauf):
Pyruvat → Phosphoenolpyruvat → Pyruvat unter vermehrter Wärmeabgabe
- ad 1: **Keine rationale Grundlage. Eine adäquate Kohlenhydratzufuhr unter Belastung ist zweckmäßiger. Außerdem keine wissenschaftlich fundierte Evidenz:** Nur eine Studie am Menschen (STANKO 1990), sonst nur tierexperimentelle Studien (an Ratten, Schweinen und Hunden).
- ad 2: **Kein wissenschaftlich belegter Hinweis.** Nur wenige Studien (STANKO 1992, KALMAN 1999), und diese mit methodischen Fehlern (z.B. bei der Körperfettmessung).

Außerdem:

Die in der Praxis verwendeten Dosierungen sind deutlich geringer (max. 3-6g/d, in den Produktbeschreibungen werden sogar nur 0.5 - 1 g/d empfohlen) als die in den Studien verwendeten (16-56 g/d)
⇒ Nebenwirkung: Magenbeschwerden, Durchfall

HMB

(β -Hydroxy- β -methylbutyrat)

1. Metabolit der essentiellen Aminosäure Leucin
2. Ausgangssubstanz für die Cholesterinsynthese (\rightarrow Hydroxymethylglutaryl-CoA)

In Form von Kapseln auf dem Markt

Bewerbung: Steigerung der LBM und Kraft durch eine "antikatabole Wirkung"

Cholesterin wird für die Membran-Reparatur benötigt

Hypothese: HMB \Rightarrow "muscle breakdown" \downarrow und muskuläre Regeneration \uparrow

Eine HMB-Supplementation soll das Auftreten von "Muskelschäden" durch intensives Training reduzieren:

- Krafttraining: 1.5 - 3 g/d (NIESSEN 1996)
- Ausdauertraining: 20km-Lauf bei Untrainierten, 6 g HMB/d über 6 Wo reduziert den CPK- und LDH-Anstieg (KNITTER 2000)

Keine ausreichende wissenschaftliche Datenlage, widersprüchliche Ergebnisse

\Rightarrow keine fundierte Evidenz

\Rightarrow Fraglich ergogener Effekt bei Untrainierten, bei Trainierten kein Hinweis darauf

Weitere körpereigene Wirkstoffe und Stoffwechselprodukte - Coenzyme

Coenzym Q10 (Ubichinon) NADH (Coenzym 1)

Rechtlich gesehen, keine NEM, sondern illegale Arzneimittel

Beworben mit der Fehlinformation als:

*"Energieförderer in den Körperzellen", "Herzwunder", "Zündkerze der Zelle",
"Energie für Geist und Körper", "anti-aging"...*

Aber: Die Energiebereitstellung in den Körperzellen ist nicht von der Verfügbarkeit an Coenzymen abhängig.

Die biologische Oxidation und Phosphorylierung in der Atmungskette wird von der Konzentration an ADP und anorganischem Phosphat reguliert.

⇒ ATP kann nur in dem Ausmaß gebildet werden, in dem es auch verbraucht wird !

Keine ernährungsphysiologische Bedeutung - Coenzyme sind kein notwendiger Nahrungsbestandteil

Grundsätzliche Frage: Gelangt das, was ich oral zu mir nehme, überhaupt an den Wirkort ?

⇒ **Keine rationale Grundlage, keine wissenschaftliche Evidenz**

Nicht nur funktionell, auch rechtlich sind Coenzyme nicht als NEM anzusehen !

weitere Info: "NADH - kritische Stellungnahme", www.dr-moosburger.at/wp-content/uploads/pub039.pdf

Weitere körpereigene Wirkstoffe und Stoffwechselprodukte - Coenzyme

Alpha-Liponsäure Thioctsäure

Coenzym der oxidativen Decarboxylierung

Beworben als "Aufbaubooster":

Förderung der Nährstoffaufnahme in die Zellen

Muskulatur ⇨ Hypertrophie

⇨ Keine rationale Grundlage

⇨ Keine wissenschaftliche Evidenz in diesem Zusammenhang

Medizinische Anwendung bei diabetischer Polyneuropathie
(mit fraglichem Benefit)

Weitere körpereigene Wirkstoffe und Stoffwechselprodukte,
die für das "Muskelwachstum" beworben werden

Orotsäure

Metabolit im Stoffwechsel der Pyrimidinbasen

Bewerbung ("wie wissenschaftliche Studien zeigen...") mit folgenden Behauptungen:

- "...steigert die Proteinsynthese und beschleunigt damit den Muskelaufbau"
- "...maximiert den Pump"
- "...fördert die ATP- und Kreatinproduktion und optimiert dadurch Kraft und Leistung"
- "...steigert die Glykogenspeicherung"
- "...erhöht die Sauerstoffaufnahme und optimiert die Verwertung von Sauerstoff für mehr Energie und Ausdauer"
- "...Fähigkeit, andere Wirkstoffe bis ins Innerste der Zellen zu transportieren, dort zu speichern und zu aktivieren"
- "...reduziert Stresshormone"
- "...fördert die Konzentration"
- "...für hart trainierende Athleten von entscheidender Bedeutung"
- "...interessantester Wirkstoff für die Entwicklung der nächsten Generation an Sportnahrung"

Keine wissenschaftliche Evidenz in diesen Zusammenhängen

Weitere körpereigene Wirkstoffe und Stoffwechselprodukte,
die für das "Muskelwachstum" beworben werden

Stickoxid (NO)

Stickstoffmonoxid

Physiologie: Bildung und Freisetzung im Endothel von Arterien ⇒ Gefäßdilatation

Beworben als *"Molekül mit unzähligen Wirkungen auf Gesundheit und Leistungsfähigkeit"*

Behauptungen einschlägiger Informationsquellen:

"...aktiviert das Muskelwachstum"

"...maximiert den Pump"

"...steigert Energie, Kraft und Leistung"

"...beschleunigt die Regeneration"

"...normalisiert den Blutdruck"

"...schützt Herz und Kreislauf"

"...entspannt die Blutgefäße"

"...optimiert die Insulinsensibilität" [Anmerkung: Der korrekte Begriff wäre "Insulinsensitivität"]

"...fördert und verstärkt die Erektion"

1. medizinische Halbwahrheiten

2. keine wissenschaftliche Evidenz bezüglich eines ergogenen Effekts

Hydroxycitrat (HCA)

Organische Säure in den Früchten von *Garcinia*
(Gruppe tropischer Pflanzen aus der Familie der Guttiferae)

Garcinia-Extrakte in NEM eingesetzt (selektive Anreicherung von Komponenten der Ausgangsfrucht - eigentlich nicht zugelassene Zusatzstoffe !)

Bewerbung als "Schlankheitsmittel":

Das optische Isomer (-)Hydroxycitrat ist ein Hemmstoff des Enzyms ATP-Citrat-Lyase:

Dieses spaltet Citrat im Zytosol zu Oxalacetat und Acetyl-CoA (⇒ Lipogenese) und nimmt damit eine Schlüsselstellung in der Bildung von Fettsäuren und Triglyzeriden aus Kohlenhydraten ein.

Weitere diskutierte Effekte: - Carnitin-Palmitoyltransferase-Aktivität ↑? (⇒ Betaoxidation↑?)

- Insulinsekretion ↓?

- Appetit ↓?

Datenlage und Beurteilung:

5 Interventionsstudien, 4 belegen einen Effekt von HCA auf die Gewichtsabnahme, aber erhebliche Mängel (methodische Fehler, zu geringe Fallzahl, bei 2 Studien nur Abstract publiziert)

Die einzige methodisch "saubere", gut kontrollierte, randomisierte, placebokontrollierte Doppelblindstudie konnte keine Wirkung hinsichtlich einer Gewichtsabnahme nachweisen (HEYMSFIELD 1998)

Kohlenhydrate tragen beim Menschen nur geringfügig zur Fettbildung bei (de novo-Synthese von Fettsäuren aus Glukose ist gering ausgeprägt und zudem mit einem erheblichen Energieverlust verbunden)

⇒ Keine ausreichenden wissenschaftlichen Belege für HCA als "fatburner"

Koffein

1,3,7-Trimethylxanthin

Eines der ältesten Genussmittel (in Kaffeebohnen, in den Beeren, Samen und Blättern des Teestrauchs, der Matepflanze und des Kakao- und Kolabaumes, sowie im Guarana (aus *Paullinia cupana* gewonnen)

Auch als Kautablette angeboten

Großhirnrinde: Adenosin-Rezeptor-Antagonist ⇒ Aufmerksamkeit ↑, Ermüdung ↓
Zentral stimulierende Wirkungen (je nach Gewöhnung), körperliche Leistungsbereitschaft ↑

Nebenwirkungen bei Koffein-Empfindlichkeit: Innere Unruhe, Schlaflosigkeit, Tachykardie...

Erhöhung des Adrenalinpiegels, Steigerung der Lipolyse

Steigerung der Thermogenese

Ergogenes Potential im Ausdauerbereich (individuell)

Neuere Studien zeigen jedoch keinen Einspareffekt von Muskelglykogen !

Keine Wirkung als "fatburner" zur Gewichtsreduktion:

Nur eine randomisierte, placebokontrollierte Doppelblindstudie (ASTRUP 1992)

Kombinationsstudien mit Ephedrin erlauben keine Rückschlüsse auf die Wirksamkeit von Koffein allein

BCAA

branched chain amino acids
= verzweigtkettige Aminosäuren
Valin, Leucin, Isoleucin

Hypothese 1 : Antikataboler Effekt

⇒ Werbung: Ideale Nahrungsergänzung zum Muskelaufbau
(meist zusammen mit Glutamin beworben)

Evidenz:

Eine BCAA-Supplementation hat keine nachgewiesene ergogene Wirkung

⇒ **gesteigerte BCAA-Oxidation ⇒ kein Proteinaufbau**

möglicherweise sogar ergolytischer Effekt durch Behinderung der aeroben Energiebereitstellung mittels Oxidation von Fettsäuren und Glukose (WAGENMAKERS 1999)

⇒ **Kein Vorteil gegenüber einer Proteinsupplementation (die aber grundsätzlich nicht notwendig ist, siehe oben) bzw. einer adäquaten Nahrungsproteinzufuhr !**

Hypothese 2 : Hinauszögern bzw. Verminderung der "zentralen Ermüdung"

Gesteigerte muskuläre Aufnahme von BCAA zwecks Energiegewinnung bei intensivem Ausdauertraining

⇒ BCAA-Konzentration im Blut ↓ ⇒ Verhältnis Tryptophan zu BCAA ↑

⇒ Tryptophan-Transport ins ZNS ↑ ⇒ Serotonin ↑ ⇒ zentrale Ermüdung

Metabolische Ursachen muskulärer Ermüdung

- Depletion von Kreatinphosphat
- Intrazelluläre Akkumulation von Protonen (H^+) bei anaerober Glykolyse \Leftrightarrow pH \downarrow \Leftrightarrow Enzymhemmung
- Depletion von Muskelglykogen \Leftrightarrow "Mann mit dem Hammer" weiters \Leftrightarrow vermehrte Oxidation von BCAA
- Depletion von Leberglykogen \Leftrightarrow Hypoglykämie = "Hungerast" weiters \Leftrightarrow freie Fettsäuren im Plasma \uparrow \Leftrightarrow Tryptophan \uparrow
- Aminosäurenimbilanz BCAA \downarrow \leftrightarrow Tryptophan \uparrow
 - \Leftrightarrow Aufnahme von Tryptophan ins Gehirn \uparrow \Leftrightarrow Serotonin \uparrow
 - \Leftrightarrow "zentrale Müdigkeit" (Hypothese)

Hypothesen zur Ursache und Entstehung des Übertrainingsyndroms

1. Hypothese der psychischen Genese (HERXHEIMER 1930; ARMSTRONG, VAN HEEST 2002)
2. Hypothese der zentralen Schutzhemmung (MATEEFF 1957)
3. Hypothese der Dysbalanz des autonomen Nervensystems (ISRAEL 1958; KERESZTY 1971; LEHMANN, DICKHUTH et al 1991, 1998)
4. Hypothese der neuroendokrinen Dysbalanz (BARRON, NOAKES et al 1985)
5. Hypothese der Trainingsmonotonie (FOSTER, LEHMANN 1997, 1998)
6. **Hypothese des Mangels an verzweigt-kettigen Aminosäuren** (WAGENMAKERS 1989, 1992)
7. **Hypothese der Aminosäuren-Imbalanz: Serotonin-Hypothese** (NEWSHOLME, PARRY-BILLINGS, BLOMSTRAND et al 1990, 1991, 1992)
8. Hypothese des Glykogenmangels (SNYDER 1995, 1997, 1998)
9. Hypothese der Zytokineffekte (SMITH 2000, 2004)
10. Hypothese des veränderten Energiestoffwechsels (PETIBOIS et al 2003)
11. Hypothese der Gehirnplastizität (HOLLMANN et al 2003)

weitere Info: "Das Übertrainingsyndrom", www.dr-moosburger.at/wp-content/uploads/pub005pdf

"Das Übertrainings-Syndrom", www.dr-moosburger.at/wp-content/uploads/pub013.pdf

Hypothesen zum Mangel an BCAA

zu 6: (Mangel an BCAA)

BCAA sind N-Donatoren zur Bildung von Glutamin:

2-Oxoglutarat + N → Glutamat

Glutamat + NH₃ + ATP → Glutamin + ADP

Chronisch verminderte Glutaminsynthese ⇒ Immunschwäche,
Muskelproteinkatabolismus, Darmschleimhautatrophie

zu 7: (Serotonin-Hypothese, Zentrale Ermüdungs-Hypothese)

BCAA und Tryptophan konkurrieren um den Eintritt ins Gehirn

Verhältnis Tryptophan zu BCAA ↑ ⇒ Tryptophanaufnahme ins Gehirn ↑
⇒ Serotoninbildung ↑ ⇒ zentrale Müdigkeit (?)

Evidenz: BCAA-Supplementation auch diesbezüglich ohne Benefit

Glutamin, Arginin, Ornithin, Taurin

Bewerbung von **Glutamin**:

"...wichtigste Aminosäure für Kraft, Leistung und Muskelaufbau"

"...steigert Wachstumshormon um 400 % und Testosteron um 200 % nach dem Training"

"...beschleunigt den Muskelaufbau"

"...fördert die Regeneration"

"...Leistungssteigerung sowohl beim Kraft- als auch beim Ausdauersportler"

Bewerbung von **Arginin** und **Ornithin**:

"Stimulation der Ausschüttung von HGH"

aber: **die orale Zufuhr von Aminosäuren bewirkt keine HGH-Sekretion!**

(nur durch intravenöse Gabe möglich, und auch damit nur kurzfristig)

Bewerbung von **Taurin**:

"Aufbaubooster": Transport von Aufbaustoffen in die Muskelzellen ↑, Durchblutung ↑, Muskelzellvolumen ↑

Keinerlei seriös-wissenschaftliche Belege

Wissenschaftliche Diskussion: Die Bedeutung von Glutamin für das Immunsystem

Potentielle Risiken einer Supplementation mit Aminosäuren

AS-Imbalanz: geändertes Verhältnis der AS untereinander

Durch übertriebene Zufuhr bestimmter Aminosäuren kann eine AS-Dysbalanz induziert werden, die für den muskulären Hypertrophieprozess kontraproduktiv sein kann

⇒ ergolytischer Effekt

AS-Antagonismus: Wechselwirkung strukturähnlicher AS

Betrifft v.a. die BCAA

Mögliche Wachstumsminderung durch Überschuss einer AS ⇒ ergolytischer Effekt

(zusätzlich zum potentiell ergolytischen Effekt durch Behinderung der aeroben Energiebereitstellung, s.o.)

AS-Toxizität: Negative Auswirkungen der Überdosierung einzelner AS

Die "toxische" Dosis hängt von der einzelnen AS ab, die höchste Toxizität haben Methionin und Tyrosin.

CLA

Konjugierte Linolsäure

Sammelbegriff für eine Gruppe von 8 geometrischen Isomeren der Linolsäure
(Linolsäure: essenzielle, zweifach ungesättigte Fettsäure)

Vorkommen in Milch und Milchprodukten sowie Rindfleisch

CLA wird in Form von Kapseln angeboten

Bekannte Wirkungen: Steigerung der Fettoxidation in der Leber und Beeinflussung einiger Schlüsselreaktionen des Lipidstoffwechsels

- Leber: Fettsäureoxidation ↑ (infolge PPAR-Gamma-Stimulation) und Insulinsensitivität ↑
- Fettgewebe: Lipoproteinlipase-Aktivität ↓, Adipozyten-Differenzierung ↓
- Fettgewebe, Leber und Muskulatur: Carnitin-Palmitoyl-transferase-Aktivität ↑
- Aktivierung der hormonsensitiven Lipase

Bewerbung: Zunahme der LBM (lean body mass)
bei gleichzeitiger Abnahme des Körperfetts (Domäne des Bodybuilding)

Aber: Im Gegensatz zum Tiermodell (Küken und Mäuse) bewirkt CLA beim Menschen keine Steigerung der Lipolyserate

Widersprüchliche Studienergebnisse bezüglich des Effekts auf die Körperzusammensetzung, die negativen Resultate überwiegen

Fette

MCT

Mittelkettige Triglyzeride (medium chain triglycerides)

(Fettsäuren mit 6, 8, 10 oder 12 C-Atomen)

"Das Fett, das nicht dick macht"

Meist in flüssiger Form angeboten

Ca. 10 % geringerer Energiegehalt (ca. 8 kcal/g), raschere Resorption und Verstoffwechslung als die üblichen Nahrungsfette (LCT)

Wirkung auf die sportliche Leistung: kein ergogener Effekt nachgewiesen

Beschleunigung der Magenentleerung kohlenhydrathaltiger Getränke, allerdings bei Aufnahme von 15 - 30 g MCT Nebenwirkungen wie Darmkrämpfe, Flatulenz, Durchfall, Übelkeit, Schwindel

Max. Anteil an der Energiebereitstellung: unter 8 % (bei entleerten Glykogenspeichern)

Nicht bestätigte Hypothese im Ausdauersport:

MCT-Supplementierung \Rightarrow FFS im Plasma \uparrow \Rightarrow Glykogeneinsparung

Bodybuilding: Körperfettreduktion durch MCT erwünscht...

Es gibt keine Studien, die diese Wirkung eindeutig bestätigen

Ernährungsbezogene "Leistungsförderer"

Elektrolyte

Na, Mg, Ca, K, Ph

siehe Mikronährstoffpräparate und Sportgetränke

Ergänzung: **"ZMA"** (Zink-Magnesium-Aspartat)

"...steigert freies Testosteron und Muskelkraft", "...fördert Aufbau von Muskelmasse",

"...reduziert die Bildung einer Gynäkomastie", "...echte Steroidalalternative" usw...

Keinerlei wissenschaftlicher Beleg

Ergänzung: **"Basenpulver"**

Mythos einer nahrungsinduzierten "Übersäuerung"

Harn-pH gibt keine Auskunft über den Säure-Basen-Haushalt

Auch die kurzfristige metabolische Azidose durch anaerobe Glykolyse bewirkt keine nachhaltige "Übersäuerung"

Bicarbonat-Supplementation in Sportarten, die muskuläre Azidose bewirken (z.B. 400 m- u. 800 m-Lauf)

⇒ **keine signifikante Leistungssteigerung**

Nebenwirkungen: Magen-Darm-Probleme

weitere Info: "Die muskuläre Energiebereitstellung im Sport", www.dr-moosburger.at/wp-content/uploads/pub023.pdf

"Thema "Übersäuerung", www.dr-moosburger.at/wp-content/uploads/pub043.pdf

Ernährungsbezogene "Leistungsförderer"

Spurenelemente

Fe, Zn, Se, Cu, Cr

siehe Mikronährstoffpräparate

Selen wird als "Radikalfänger" (Antioxidans) beworben

(so wie Betacarotin = Provitamin A, Vitamin C, Vitamin E ⇨ "ACE", siehe Vitamine)

Selen per se ist aber nicht antioxidativ wirksam, sondern Bestandteil antioxidativ wirkender Enzyme

Chrom:

Als Schlankheitsmittel beworben

Zugrunde liegendes Rational: Chrom verstärkt die Insulinwirkung

Es ermöglicht die Transduktion des Insulinsignals ins Zellinnere

Alle insulinabhängigen Stoffwechselfvorgänge sind auf Chrom angewiesen

Chromgabe bei inadäquat versorgten Personen senkt den Insulinspiegel und erhöht die Insulinsensitivität

⇨ Effekte auf Lipogenese und Proteinsynthese wahrscheinlich

Tierexperiment: Körperfettgehalt ↓ und LBM ↑

Wissenschaftliche Evidenz:

Beim Menschen keine Wirkung auf die Körperzusammensetzung

Chrompicolinat wegen toxischer Effekte in D seit 2001 nicht mehr als NEM erlaubt

Ernährungsbezogene "Leistungsförderer"

Spurenelement (?)

Vanadyl

Als "lebenswichtiges Spurenelement" bezeichnet und als "Aufbaubooster" beworben:

Vanadylsulfat soll die Aufnahme von Aminosäuren und Kohlenhydraten in die Muskelzellen fördern

⇒ Förderung der Proteinsynthese und des Muskelaufbaus

"macht Muskeln stärker, größer und härter" ("innerhalb von 7 Tagen...")

Soll auch die Muskel- und Leberglykogenspeicherung steigern ("um bis zu 400%"...)

Keine seriös-wissenschaftliche Evidenz

Mögliches Gesundheitsrisiko bei höherer Dosierung?

Vitamine

"ACE", Folsäure, Vitamin B₁₂

- "ACE":
- Provitamin A (Betacarotin)
 - Vitamin C (Ascorbinsäure)
 - Vitamin E (Tocopherol)

Siehe Mikronährstoffpräparate: Antioxidantien ("Radikalfänger")

Im Sport kontraproduktiv durch Beeinträchtigung des Trainingseffekts!

Vitamin B₁₂ und Folsäure:

Zur "Blutbildung" eingenommen (irrational)

Keine Notwendigkeit einer Supplementation bei adäquater Ernährung

Eine Vitamin-Supplementation ist generell fragwürdig zweckmäßig

Ausnahme: Vitamin D

Vitamin D

Damit Kalzium vom Darm ins Blut übergehen und in die Knochen eingebaut werden kann, braucht der Körper Vitamin D.

Bestimmte Fische liefern größere Mengen an Vitamin D, ansonsten trägt die Nahrung nicht wesentlich zur Versorgung mit Vitamin D bei.

Milch, Butter, Margarine, Ei (Dotter), Rahm, Käse, Topfen, Avocado, Pilze und Leber gehören zu den wenigen Lebensmitteln, die Vitamin D enthalten.

Der Körper kann mit Hilfe von Sonnenlicht in der Haut selbst Vitamin D herstellen

(Unterschiedlich je nach Alter, mit 80 J. nur mehr 20 %)

Vitamin D

Die durch Sonnenlicht (UV-B) induzierte körpereigene Vitamin D-Synthese in der Haut ist noch wichtiger als die Vitamin D-Zufuhr über die Nahrung:

ca. 95 % des im Blut enthaltenen Vitamin D entstammt der vom **Sonnenlicht** abhängigen Synthese, nur **ca. 5 %** aus der **Nahrung**

Bereits 12 Minuten Sonneneinwirkung an Armen, Händen und Gesicht produziert 25 µg Vitamin D (mehr als die Tagesempfehlung)

→ Bedeutung der Sonne für die Vitamin D-Versorgung

Aber: In unseren Breiten ist die Sonne von Oktober bis März eine unsichere Vitamin D-Quelle

Vitamin D₃ (Cholecalciferol)

- Wirkt als Steroidhormon (→ Calcitriol: "D-Hormon"): Alle Körpergewebe besitzen Vitamin D-Rezeptoren → vor allem Darm, Nieren, Knochen
- Steuert die Bildung von Eiweißkörpern, die den Kalzium- und Phosphathaushalt regulieren
- Ausreichende Vitamin D-Versorgung bei einem Blutspiegel von 75 - 100 nmol/l (30 - 40 ng/ml) 25-OH-Vitamin D₃
- Tagesempfehlung (neu): 20 µg (= 800 IE)
- **Supplementierung bei Osteoporose: 10000 - 15000 IE/Wo** in Kombination mit 500 (max. 1000) mg Kalzium tgl. abends

Vitamin D₃ Cholecalciferol

→ **Calcitriol** (aktiviertes Vitamin D₃ = "D-Hormon")

Bedeutung für

- Knochengewebe
- Muskelgewebe
- Nervengewebe
- Immunsystem

(auch Hinweis auf potenziell krebsvorbeugende Wirkung)

Vitamin D₃

Praktische Empfehlung von Oktober bis März:

z.B. Oleovit D₃®-Tropfen:

20 - 25 Tropfen 1 x pro Woche
(= 8000 bis 10000 IE)

und täglich Milchprodukte zur Versorgung mit Kalzium
(ggf. ein Kalzium-Supplement *spätabends*)

Evaluierung der Supplementation von NEM

- **Energiekonzentrate** ("weight gainer"): nicht ergogen
- **Kohlenhydratkonzentrate**: nur in Ausnahmefällen ergogen
- **Proteinkonzentrate**: nicht ergogen
- **Isotonische Sportgetränke**: zweckmäßig bei intensiver LZ-Ausdauerbelastung
- **Mikronährstoffpräparate** (Vitamine, Mineralstoffe und Spurenelemente): nicht ergogen, kein Mangel bei adäquater Ernährung (Sonderfall: Eisen)
- **Aminosäuren** (BCAA, Glutamin...): nicht ergogen
- **Kreatin**: ergogen im Kraft-/Sprintsport (individuell)
- **Koffein**: fraglich ergogen im Ausdauersport
- **Carnitin**: nicht ergogen
- **Pyruvat**: nicht ergogen
- **Vanadylsulfat**: nicht ergogen
- **Orotsäure**: nicht ergogen
- **HMB** (Hydroxymethylbutyrat): nicht ergogen
- **HCA** (Hydroxycitrat): nicht ergogen
- **Coenzyme** (Q10, NADH, Liponsäure): nicht ergogen

Problem "Verunreinigung" von Supplementen

Kontamination von Supplementen (Proteinkonzentrate, Kreatin usw.) mit Prohormonen, speziell mit *Norandrostendion*.

Norandrostendion wird in der Leber zu *Nandrolon* metabolisiert, das im Harn nachgewiesen werden kann.

Diese "Verunreinigungen" kommen dadurch zustande, dass im Produktionsprozess Prohormone "verschleppt" werden, wenn nach deren Erzeugung und Abfüllung die Maschinen nicht ausreichend gereinigt werden und somit vor allem die ersten nachfolgenden Chargen der Nahrungsergänzungsmittel Reste von den zuvor abgefüllten Prohormonen enthalten können.

Untersuchungen einer Vielzahl von Nahrungsergänzungsmitteln haben einen Prohormongehalt zwischen 0.003 μg und 13 mg/g ergeben.

Bereits 1 μg genügt, um zu einem positiven Dopingtest zu führen !

Problem "Verunreinigung" von Supplementen

Bei den teilweise exzessiv hohen Nandrolonkonzentrationen, die im Harn mancher Athleten festgestellt wurden, ist es jedoch offensichtlich, dass in diesem Fall kein "verunreinigtes" Supplement, sondern ganz bewusst das Prohormon Norandrostendion bzw. ein Prohormon-Gemisch ("Stack") eingenommen wurde.

Gehäufte Nandrolon-Dopingfälle im Jahr 2000

Prominente "Opfer":

Petr Korda (1998)

Dieter Baumann (1999, Stichwort "Zahnpaste")

Merlene Ottey

Linford Christie (keine Sanktionen...)

C.J. Hunter (Sydney 2000)

Edgar Davids und Frank DeBoer (2001)

Problem "Verunreinigung" von Supplementen

Ein besonderer Fall ist das (u.a. von der Fa. "Sledgehammer" - nomen est omen...) vertriebene Produkt "**Stanozolon II**", das als herausragendes "Muskelauf- und Fettabbaupräparat" angepriesen wird.

Was bei Auflistung der Zusammensetzung (neben 19-Norandrostendion und 4-Androstendiol, Chrysin, Kreatin und Tribulus terrestris noch Guarana und Ma Huang als Coffein- bzw. Ephedrinzusatz) jedoch nicht angeführt ist, sondern sich unter Schlagworten wie "1-T Matrix" oder "AD-4 Komplex" verbirgt, ist das "harte" anabole Steroid **Metandienon**, wie die Analyse des österreichischen Dopingkontroll-Labors in Seibersdorf ergab.

Allein die Anlehnung des Markennamens an das anabole Steroid **Stanozolol** ist vielsagend (Stanozolol = *Winstrol* : Ben Johnson Seoul 1988).

Dass Prohormonpräparate und Nahrungsergänzungsmittel Substanzen beinhalten, die nicht auf dem Etikett vermerkt sind, ist nicht nur unseriös, sondern aus medizinischer Sicht bedenklich und verwerflich.

Evaluierung und Fazit

Die Bewerbung von Nahrungsergänzungsmitteln, die aufdringlich und oft sogar aggressiv gehandhabt wird, entbehrt nicht nur einer wissenschaftlichen, sondern auch einer rationalen Grundlage.

Das Marketing der meisten NEM ist als ökonomischer Betrug zu werten.

In einer Zeit, in der immer mehr Pseudoexperten wie Schwammerl aus dem Boden schießen und die Menschen zu "Mangelwesen" degradieren wollen, ist eine seriöse, fundierte (= evidenzbasierte), objektive Information und Aufklärung der Sportler/-innen (ebenso der Trainer, Lehrer und Eltern!) besonders wichtig.

Nicht nur Laien, denen das nötige Hintergrundwissen über Biochemie und Physiologie fehlt, betätigen sich als "Ernährungsexperten".

Es gibt leider auch viele Mediziner, die auf dem Gebiet der Ernährung nicht qualifiziert und nicht evidenzbasiert informieren.

Dazu gehört auch das Propagieren von NEM ohne rationelle Grundlage und ohne wirkliche medizinische Indikation (sog. "orthomolekulare Medizin")

Fazit

Die zwei Prinzipien, die die Wirksamkeit bzw. die Notwendigkeit von Nahrungsergänzungsmitteln grundsätzlich in Frage stellen, nämlich

- 1. Es gibt keinen Nährstoff, dessen Bedarf überproportional zum Energiebedarf ansteigt.**
- 2. Eine Nährstoffzufuhr, die den Bedarf übersteigt, steigert weder die Gesundheit noch die körperliche Leistungsfähigkeit.**

werden durch den wissenschaftlichen Erkenntnisstand bestätigt
(und darüber hinaus auch von der alltäglichen Empirie)

Zusammenfassung - "state of the art"

- Wer seinen Energiebedarf durch eine vollwertige Ernährung (ausgewogene Mischkost) deckt, benötigt keine Supplemente.
- Erst bei einem täglichen Energieumsatz von mehr als 6000 kcal kann der Bedarf an Energie und Nährstoffen nicht mehr ausschließlich durch die Ernährung gedeckt werden (Beispiel: RAAM).
- Das Propagieren von NEM als "Notwendigkeit" zur Gesunderhaltung in der "heutigen Zeit" und die Behauptung positiver Effekte auf die körperliche Leistungsfähigkeit ist in den meisten Fällen eine Marketingstrategie mit dem Ziel, den Absatzmarkt zu vergrößern (2007: USA: 15 Mrd. Dollar/Jahr, Deutschland: 1.3 Mrd. Euro/Jahr). Gewinner sind die Produzenten und Vertreiber!
- Freizeitsportler benötigen keine Nahrungsergänzungsmittel, Hochleistungssportler nur in Ausnahmefällen.
- Eine den Bedürfnissen im Sport angepasste Ernährung trägt zur körperlichen Leistungsfähigkeit und Ausschöpfung des persönlichen Leistungspotenzials bei.

In diesem Fall sind ergogene (leistungssteigernde) Wirkungen durch NEM nicht zu erwarten!