

# NÜTZLICHES PROTEIN

## Eiweißgabe in Rehabilitation und S

Dr. med. Klaus Pöttgen, Sportmedizinisches Zentrum  
SV Darmstadt 98, Hessisches Triathlonleistungszentrum

**Eiweiß kann im Gegensatz zu Fett und Kohlenhydraten nicht gespeichert werden. Aminosäuren wirken damit an sich anabol über eine gesteigerte Proteinbiosynthese oder werden im Stoffwechsel verbrannt bzw. in Kohlenhydrate oder Fett umgebaut. Im Wesentlichen führen nur Bewegung, Hormone wie Testosteron und HGH sowie Eiweißzufuhr zu einer erhöhten Proteinbiosynthese. Werden Aminosäuren abgebaut, entsteht als Stoffwechselendprodukt der stickstoffhaltige Harnstoff.**

Somit lag nahe, die Abbauraten (proteinbreak-down) hierüber zu bestimmen. In frühen Studien (Lucá-Moretti 2003) kam man so im Umkehrschluss dazu, Eiweißquellen unterschiedliche anabole Verwertbarkeit zuzuschreiben (Hühnereiweiß 48%, Fleisch 32%, Kuhmilch 16%, Sojaprotein 17%). Gemische von essenziellen Aminosäuren und besondere Kombinationen aus ihnen, auch als Master Amino Acids (MAP) be-

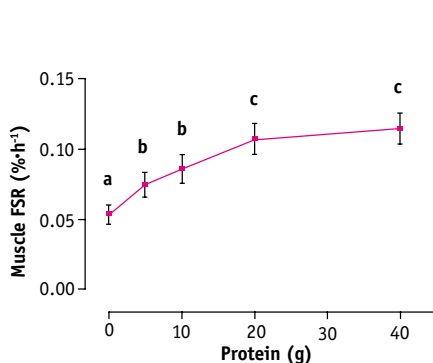
kannt, sind dagegen zu 99% anabol verwertbar und können sogar nach 23 Minuten resorbiert werden.

Genauere Studien unterscheiden mit markierten Aminosäuren die Proteinbiosynthese, den Proteinabbau und aus der Differenz die so genannte Nettobilanz. Tipton (1999) zeigte, dass 40 Gramm Eiweißgabe nach Krafttraining (5x10Wdh. mit 75% max.) bei Gabe gemischter Aminosäuren eine höhere Bio-

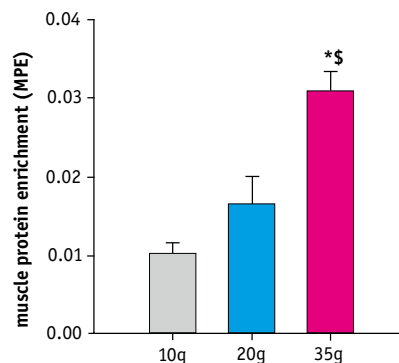
synthese und Abbauraten erreichten als die Gabe von 40 Gramm essenzieller Aminosäuren. Die positive Nettobilanz war allerdings bei den essenziellen Aminosäuren höher und somit effektiver. Placebogabe führte zu einer negativen Nettobilanz. So gilt wie in früheren Studien, dass die Gabe von Eiweiß nach Belastung zu einer positiven Nettobilanz und Maximierung des anabolen Effektes führt. Wird dies nicht beachtet und werden dazu noch Trainingsreize zu eng gesetzt, lassen sich dadurch auch Folgen wie Übertraining und Infekte erklären (Hinweis: Antikörper bestehen aus Aminosäuren). Die alleinige Gabe von Kohlenhydraten (100 Gramm Maltodextrin) nach Belastung führt lediglich zu einer geringeren negativen Nettobilanz der Proteinbiosynthese bis zu drei Stunden nach Krafttraining gegenüber Placebogabe, nicht aber zu einer positiven anabolen Nettobilanz (Børsheim 2004). Kohlenhydratgabe nach Belastung bremst somit die Proteinabbauraten im Gesamtkörper (Roy 1997; Børsheim 2002). Eiweiß- oder Aminosäuregabe nach Belastung reduziert nicht nur die Proteinabbauraten (Gesamtkörper), sondern stimuliert die Eiweißbiosynthese im Muskel (Biolo 1997, Tipton 1999, Børsheim 2002, Miller 2003, Rasmussen 2000, Koopman 2006, 2007, 2008). Eiweißgabe vor dem Schlafen erweist sich als effektiv über Nacht mit einer positiven Nettobilanz (Res 2012).

### Wie hoch sollte die zugeführte Eiweißmenge sein?

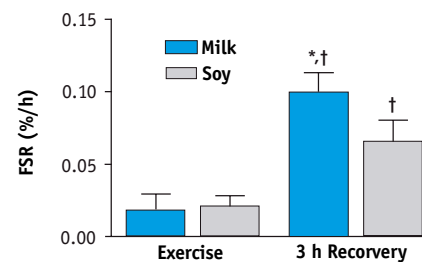
Nach Gabe verschiedener Mengen von Hühnereiweiß nach Krafttraining konnte bei sechs jungen Männern (Alter 22 +/- 2



**Abb. 1: Muskelproteinbiosynthese in Abhängigkeit von Proteingabe bei jungen Männern (Moore et al. 2009)**



**Abb. 2: Muskeleiweißanreicherung nach Gabe verschiedener Mengen Molkeeiweiß bei älteren Männern (Pennings 2012)**



**Abb. 3: Milch vs. Soja. 34% höhere Syntheserate für Milch (Wilkinson et al. 2007)**

Jahre) gezeigt werden, dass die Proteinsyntheserate ab Gabe von 20 Gramm abflacht (Moore 2009; Abb. 1.).

In eine Studie mit 33 alten Männern (Alter 73 +/- 2 Jahre) zeigte sich jedoch, dass sich auch noch bei Gabe von 35 Gramm Eiweiß (Molke) ohne vorgehende Belastung postprandial der Eiweißgehalt in Muskelbiopsien steigert (Pennings 2012; Abb. 2). Daraus lässt sich insbesondere für ältere Männer auf eine deutlich höhere optimale Eiweißgabe schließen als bei jungen Männern. Auch in Alten- und Pflegeheimen sollte daher die Eiweißgabe oder der Eiweißgehalt der Mahlzeiten bei mindestens 35 Gramm liegen, um optimale anabole Effekte zu ermöglichen. Bei jungen Sportlern scheint die Gabe von 20- max. 30 Gramm Eiweiß nach sportlicher Belastung ausreichend für einen optimalen Anpassungsprozess. Dies sollte auch bei Krafttraining im Reha-Prozess oder im Regenerationstraining nach hohen Belastungen unbedingt beachtet werden, um die Heilung der Muskeldefekte zu beschleunigen, insbesondere auch nach Belastungen, die man leicht als „gering“ oder als „Regenerationslauf“ abtut.

### Welches Eiweiß ist am geeignetsten?

Kasein oder Casein (lat. caseus=Käse) ist der Name für denjenigen Proteinanteil der Milch der höheren Säugetiere, der nicht in die Molke gelangt und der beispielsweise zu Käse weiterverarbeitet wird. Kaseine sind die häufigsten Milchproteine, die etwa 80% der Gesamtproteinmenge in der Milch ausmachen. Molke (auch Molken, Käsewasser) ist die wässrige, grünlich-gelbe Restflüssigkeit, die bei der Käseherstellung entsteht. In Studien

wurde untersucht, ob Sojaweiß, Molke oder Kasein zu einer höheren Proteinbiosyntheserate führt. Milcheiweiß, das sowohl durch einen höheren Anteil an verzweigt-kettigen als auch an essenziellen Aminosäuren (wie Leucin) gekennzeichnet ist, führte nach Belastung zu einer 34% höheren Proteinbiosyntheserate als die Gabe von Sojaweiß (Wilkinson 2007; Abb. 3).

Schaut man sich nun das Milcheiweiß genauer an, so zeigt sich aktuell das Molkeprotein (WHEY) gegenüber Kasein (CAS) oder Caseinhydrolysaten (CASH) als das deutlich effektivste im Hinblick auf die Proteinbiosyntheserate und die damit verbundene anabole Reaktion (Anpassung) (Pennings 2011; Abb.4).

### Proteinbiosyntheserate ist sehr differenziert

Betrachtet man trainierte Muskulatur gegenüber untrainierter, so zeigt sich bei Trainierten ein deutlich schnellerer Anstieg der Proteinbiosynthese als bei Untrainierten. Die Gesamtproteinbiosynthese ist allerdings über 28 Stunden gesehen höher als bei Trainierten (Tang 2008; Abb. 5). Daraus könnte man die Anpassung im Sport so diskutieren, dass bei Untrainierten insgesamt ein höherer Umbau notwendig, dagegen jedoch Trainierte schneller und effektiver über die Proteinbiosynthese reagieren, um für den nächsten Trainingsreiz schneller regeneriert zu sein.

Ausdauersport ist im Gegensatz zu reinem Kraftsport neben der Muskulatur (myofibrillär) vermehrt auf Anpassungen in den Mitochondrien angewiesen. So zeigten Wilkinson (2008) unter Betrachtung der Proteinbiosynthese in Mitochondrien und den Muskel-

Dr. med.  
Klaus Pöttgen



- Facharzt für Allgemein- und Arbeitsmedizin
- Leitender Arzt B.A.D. Gesundheitsvorsorge und Sicherheitstechnik GmbH, Zentrum Darmstadt

### Network

- Mannschaftsarzt SV Darmstadt 98 (Fußball 3. Liga)
- Medizinischer Leiter IRONMAN GERMANY

klaus@drpoettgen.de

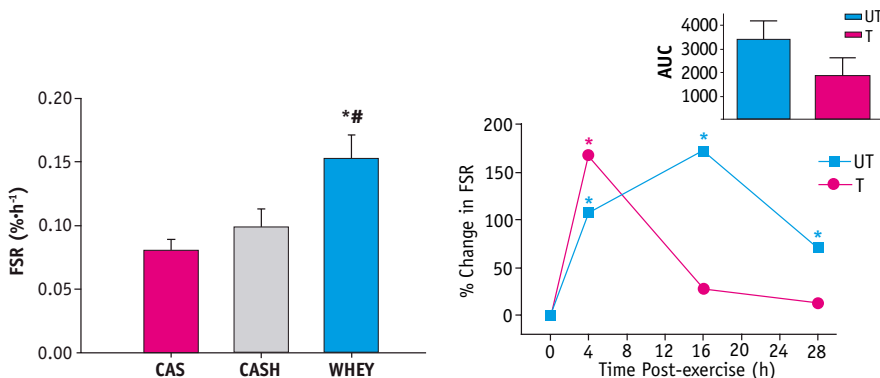


Abb. 4: Proteinbiosyntheserate nach Gabe von unterschiedlichem Milcheiweiß. Molke (WHEY), Kasein (CAS), Kaseinhydrolysat (CASH) (Pennings 2011)

Abb. 5: Proteinbiosyntheserate nach Belastung bei Trainierten und Untrainierten. AUC = area under curve ist bei Untrainierten größer als bei Trainierten (Tang 2008)

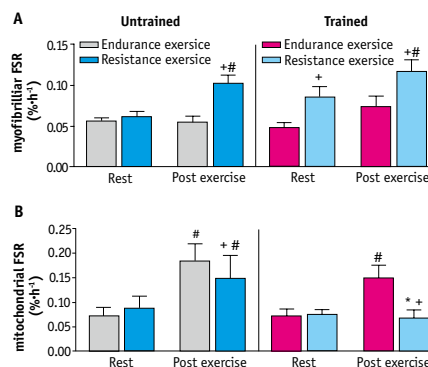


Abb. 6: Veränderung der Proteinbiosynthese in Mitochondrien und Muskeln nach Krafttraining bei Trainierten und Untrainierten (Wilkinson et al. 2008)

fasern bei Untrainierten und Trainierten Folgendes (Abb. 6):

- Untrainierte zeigen nach Krafttraining in der Muskulatur (myofibrillär) eine deutlich höhere Proteinbiosynthese als Trainierte, während es bei Ausdauertraining nur eine geringe Veränderung gibt.
- Die Proteinbiosynthese in den Mitochondrien reagiert dagegen deutlich sowohl auf Kraft- als auch auf Ausdauertraining (Ausdauer > Kraft) bei Untrainierten.
- Trainierte zeigen in Ruhe schon eine erhöhte myofibrilläre Proteinbiosynthese und reagieren sowohl auf Ausdauer- als auch auf Krafttraining mit einem deutlichen Anstieg.
- Auf Ausdauertraining reagieren die Mitochondrien bei Trainierten deutlich mit einem Anstieg der Syntheserate, auf Krafttraining dagegen kaum noch.

Immobilisation, z.B. nach Verletzungen oder Operationen, führt nach Wall und van Loon (2013) zu einem Muskelmasseverlust von 0,5% (100g/Tag) und 1,2% Kraftverlust/Tag. Thom et al. (2001) berichten von 0,3–4,2% Kraftverlust/Tag im Verlauf einer zehntägigen Immobilisation. Auch bei Gabe von hoch dosierten Aminosäureinfusionen kann die myofibrilläre Proteinsynthese kaum verbessert werden, was einer so genannten anabolen Resistenz entspricht (Stevens-Lapsley J.E. et. al., 2010). Während zweiwöchiger Wochen Immobilisation kam es trotz Infusion von Aminosäuren zu einer um 27% geringeren Proteinbiosynthese (Glover 2008). Hinweise darauf, dass Leucin die anabole Resistenz während der Unbeweglichkeitsphase durchbrechen kann, werden diskutiert (Tipton 2010). Im Reha-Prozess sollte wie auch bei bettlägerigen älteren Menschen passive Belastung erfolgen, da diese durch Dehnung über eine Aktivierung von mTOR zu einer erhöhten Proteinbiosynthese führt und mit Eiweißgabe noch mehr verbessert wird. Dies hat geringeren Masse- und Kraftverlust zur Folge.

### Sehnen

Die Veränderungen der Muskulatur sind besser untersucht als die der Sehnen. In der Immobilisationsphase kommt es bei Sehnen überraschenderweise kaum zu katabolen Veränderungen wie in der Muskulatur. So

zeigte eine zweiwöchige Immobilisation der Wade keine Veränderung der Kollagensynthesemarker (Christensen 2008), nach 90 Tagen Bettruhe keine Änderung der Durchmesser in Sehnen (Reeves 1998). Ebenso fand sich keine Änderung der Patellarsehne bei 10–21 Tagen Immobilisation des unteren Beines (de Boer 2007) und keine Veränderung nach sieben Wochen Immobilisation der Achillessehne (Christensen 2008). In der Rehapphase, die mit Bewegung verbunden ist, zeigen sich dagegen erhöhte Kollagensynthesemarker im Gewebe.

### Neuromuscular electrical stimulation (NMES)

Eine Möglichkeit, die Unbeweglichkeitsphase während der Immobilisation zu durchbrechen, stellt die Elektrostimulation dar. Untersuchungen an älteren Männern (70 Jahre +/- 2 Jahre) zeigten unter Muskelstimulation (60 min. Stimulation, Dauer 500 µs, Frequenz 60 Hz, 3-s Kontraktion/3-s Entspannung) einen deutlichen Anstieg der Proteinbiosynthese nach vier Stunden gegenüber dem immobilisierten Bein. Trotzdem lag die Proteinbiosynthese im Durchschnitt nach 4–6 Stunden bei Elektrostimulation niedriger (~40%) als nach anstrengendem Krafttraining (Wall 2012). Auch der Kraftverlust konnte im gleichen Zeitraum von -9% auf -6,5% und der Masseverlust von -3,5% auf -0,8% reduziert werden. Somit stellt Muskelstimulation nicht nur für Sportler in Rehabilitation, sondern auch für ältere bettlägerige Personen eine nachweisliche effektive Methode dar, um die Proteinbiosynthese zu stimulieren. Untersu-

chungen mit gleichzeitiger Gabe von Eiweiß stehen noch aus, lassen aber noch bessere Werte erwarten.

### Fazit

- Eiweißgabe nach Belastung führt zu einem höheren Anstieg der Proteinbiosynthese.
- Alleinige Kohlenhydratgabe nach Belastung kann lediglich den Eiweißabbau bremsen.
- Milcheiweiß führt zu einer höheren Proteinbiosynthese als Sojaweiweiß.
- Bei Milch führt die Molke zu einer höheren Proteinbiosynthese als Kasein.
- Bei jungen Menschen scheinen 20–30 Gramm, bei älteren Menschen mindestens 35 Gramm Eiweißgabe die Proteinbiosynthese optimal zu stimulieren.
- Elektrostimulation – Neuromuscular electrical stimulation (NMES) – führt nachweislich zu einem Anstieg der Proteinbiosynthese und geringerem Kraft- sowie Masseverlust bei Immobilisation.
- Die Reaktion der Proteinbiosynthese bei Trainierten und Untrainierten ist je nach Ausdauer- und Krafttraining unterschiedlich.
- Eiweißgabe vor dem Schlafen führt zu einer positiven Nettobilanz über Nacht.
- Eiweiß ist umso effektiver je höher der Anteil der essenziellen Aminosäuren ist. Zudem scheint ein hoher Leucingehalt effizienter.

### Isländisches Gletscherwasser

Aus dem Land der atemberaubenden Gletscher, Täler, kristallklaren Seen und Flüsse kommt ein einzigartiges Wasser, welches sich durch außergewöhnlich hohe Reinheit und geringer Mineralisation (33-55 ppm), natürlichen Sauerstoffgehalt (9,4 mg/l), sehr hohem pH-Wert (8,8) und einem ursprünglichen Geschmack auszeichnet. Das ICEIS Wasser enthält keinerlei chemische Zusatzstoffe und ist in umweltfreundlicher Verpackung (Bag-in-Box) mit Innenbeutel ohne Weich-

macher per Paketversand von ICEIS Germany GmbH, in Reformhäusern, V-Markt und ausgewählten Edeka-Märkten erhältlich.

[www.iceis.de](http://www.iceis.de)

