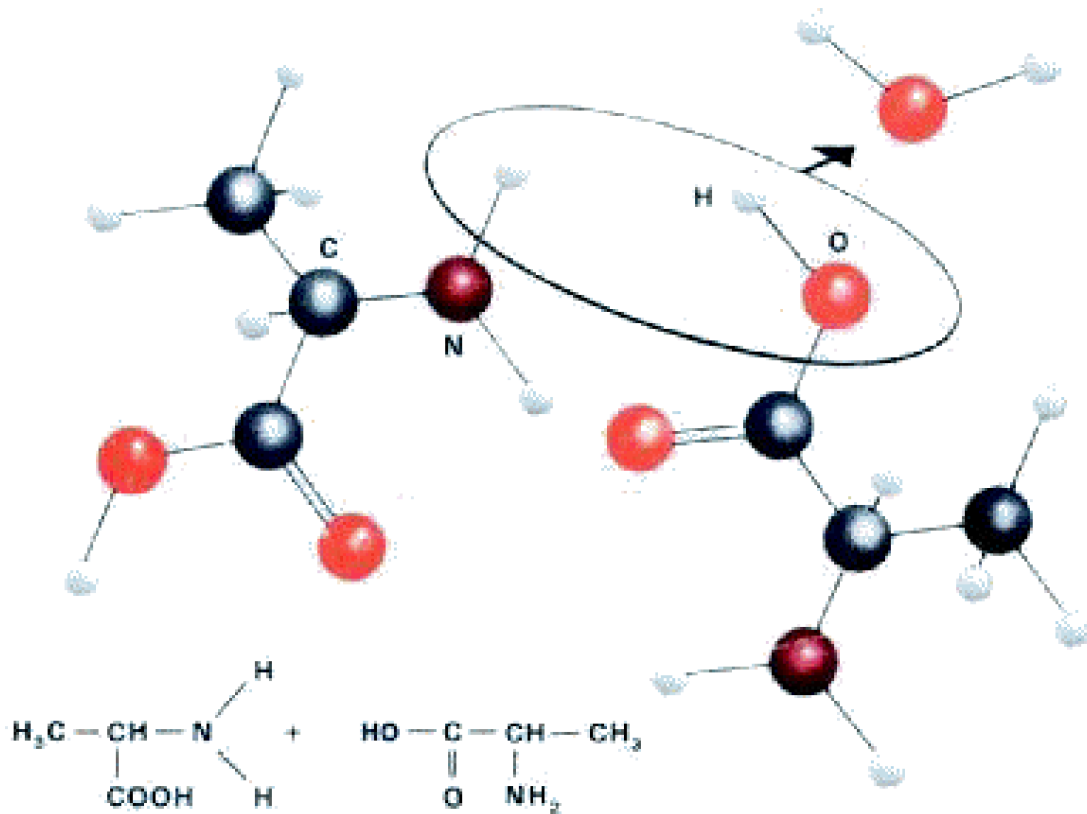


Der Eiweißbedarf im Sport

Beschriebene Effekte von Einweißsupplementen



Inhaltsverzeichnis

1. Aminosäuren - eine Kurzbeschreibung

- 1.1. Einteilungen und Aufbau
- 2.2. Die einzelnen Aminosäuren
 - 1.2.1. Essentielle Aminosäuren
 - 1.2.2. Semiessentielle Aminosäuren
 - 1.2.3. Nichtessentielle Aminosäuren
- 1.3. Aminosäuren im Stoffwechsel
 - 1.3.1. Aminosäuregleichgewicht
 - 1.3.2. Aminosäureaufnahme
 - 1.3.3. Allgemeiner Eiweiß- / Aminosäurenbedarf
- 1.4. Mehrbedarf durch Sport
 - 1.4.1. Ursachen
 - 1.4.2. Glykogenverarmung und Aminosäuren
 - 1.4.3. Eiweißbedarf verschiedener Sportlergruppen

2. Eiweißzufuhr durch Supplemente

- 2.1. Bedarf an Proteinsupplementen?
- 2.2. Der schwankende Bedarf infolge unterschiedlichen Trainings
- 2.3. Überblick
- 2.4. Proteinprodukte
 - 2.4.1. Auswahlkriterien für Proteinpulver
 - 2.4.2. Beachtung des enthaltenen Aminosäureprofils
 - 2.4.3. Einnahme von Proteinprodukten
- 2.5. BCAA-Produkte
 - 2.5.1. Effekte von BCAA-Einnahmen
 - 2.5.2. Anwendungshinweise für BCAAs (nach Arndt 1996)
- 2.6. Aminosäureprodukte
 - 2.6.1. Produkte mit D- und L-Aminosäuren
 - 2.6.2. Aminosäuren, Dosierungen, Kombinationen, Effekte
 - 2.6.3. Dosierungen, Kombinationen und sonstige Anwendungshinweise
 - 2.6.4. Produkte aus Hydrolysaten von Aminosäuren
 - 2.6.5. Einsatz von Aminosäuren zur erhöhten Ausschüttung des Wachstumshormons
- 2.7. Nachteile zu hoher Proteindosierungen

3. Literaturverzeichnis

1. Aminosäuren - eine Kurzbeschreibung

1.1. Einteilungen und Aufbau

20 Aminosäuren sind die Bausteine der verschiedenen Proteine. Sie werden in drei Gruppen unterschieden:

Essentielle Aminosäuren

8 Aminosäuren kann der Organismus nicht selber herstellen, obwohl diese für den Aufbau von körpereigenem Protein wichtig sind. Deshalb müssen sie in ausreichender Menge und in richtiger Weise über die Ernährung aufgenommen werden.

Semi-essentielle Aminosäuren

Diese sind für bestimmte Bedarfsorganisationen wichtig, wie z.B. für das Wachstum (Histidin und Arginin). Sie können durch den Organismus selber hergestellt werden.

Nichtessentielle Aminosäuren

Werden je nach Bedarfssituation vom Organismus selber hergestellt.

Einteilung der Aminosäuren nach ihrem qualitativen Bedarf

Aminosäuren		
Essentiell	nicht essentiell	semi-essentiell
Valin	Glycin	Arginin
Leucin	Alanin	Histidin
Isoleucin	Serin	
Theronin	Cystin	
Methionin	Tyrosin	
Phenylalanin	Prolin	
Tryptophan	Hydroxyprolin	
Lysin	Asparaginsäure	
	Glutaminsäure	

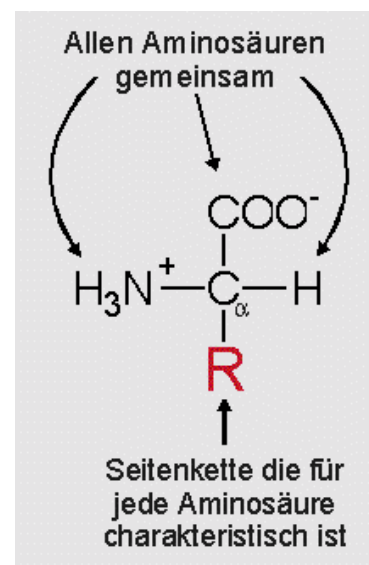
Quelle: Hamm 1996, 109

Alle Aminosäuren haben in ihrer Struktur viele Gemeinsamkeiten und differenzieren sich lediglich über ihren Anhang (siehe Grafik rechts).

Trotz des vielfältigen unterschiedlichen Einsatzes (s.u. in der Kurzbeschreibung) von Proteinen sind alle aus denselben Elementen zusammengesetzt:

- Sie bestehen aus Kohlenstoff, Sauerstoff, Wasserstoff, Stickstoff
- Teilweise ist auch Schwefel oder Phosphat enthalten.

Genau wie aus den 26 Buchstaben des Alphabets unendlich viele Wörter gebildet werden können, so werden auch aus



den 20 verschiedenen Aminosäuren viele unterschiedliche Aminosäurenkombinationen gebildet.

1.2. Die einzelnen Aminosäuren

Da die Aminosäuren in der vorliegenden Ausarbeitung öfters genannt werden, sollen sie hier einmal kurz vorgestellt werden. Dabei werden nur Aspekte genannt, die mit der sportlichen Leistungsfähigkeit direkt in Verbindung stehen.

Leucin

Wichtig für Erhalt und Aufbau von Muskelgewebe. Unterstützt die Proteinsynthese in Muskulatur und Leber, hemmt den Abbau von Muskelprotein und unterstützt Heilungsprozesse. Dient wie Isoleucin als Energielieferant. Ein Mangel ist entweder durch ungenügende Zufuhr mit der Nahrung oder von Vitamin B6 bedingt.

Isoleucin

Kann als Energielieferant in den Muskelzellen dienen. Ein Mangel zeigt sich in Verlust an Muskelmasse. Da es eine wichtige Rolle in der Umwandlung von Muskelglykogen in Energie spielt, sind für einen Mangel ein niedriger Blutzuckerspiegel, Symptome wie Lustlosigkeit und Abgeschlagenheit typische Symptome.

Valin

Wirkt zusammen mit Leucin und Isoleucin und kann wie diese ebenfalls als herangezogen werden. Freies Prolin kann als Energiequelle für die Muskelzellen dienen.

Methionin

Kann übermäßige Fetteinlagerungen in der Leber vermeiden und unterstützt die Regeneration von Leber- und Nierengewebe.

Phenylalanin

An der Bildung von Insulin, Papain und Melanin beteiligt. Spielt eine wichtige Rolle bei der Eliminierung von Schadstoffen durch Nieren und Blase. Es wirkt anregend, die Bildung des ermüdenden Neurotransmitters Serotonin wird verringert. Ein Mangel kann Depressionen bewirken, da ein niedriger Norephedrin Spiegel die Folge ist, was geringere Aufgewecktheit, Gedächtnisleistung und gesenkte Stimmung verursacht.

Threonin

Wichtig für das Immunsystem wegen Beteiligung an der Produktion von Immunoglobinen und Antikörpern. Vegetarische Diäten liefern meist zu wenig von dieser Aminosäure. Schnelle Ermüdbarkeit und ein allgemein niedriger Energielevel sind auch auf einen Threoninmangel zurückführbar.

Tryptophan

Bewirkt die Ausschüttung des Neurotransmitters Serotonin im Gehirn und hat so eine beruhigende und entspannende Wirkung. Die Einnahme als freie Aminosäure soll die Hypophyse zur verstärkten Ausschüttung von Wachstumshormonen anregen (siehe: Abschnitt 2).

Arginin

Wird für die Harnstoffbildung und den Ammoniakabbau benötigt. In größeren Mengen soll es über eine vermehrte Ausschüttung von Wachstumshormonen eine verbesserte Proteinsynthese und gesteigerten Fettabbau einleiten, was aber nicht bewiesen ist (siehe: Abschnitt 2). Es stärkt das Immunsystem, regt den Fettstoffwechsel an und kann den Cholesterinspiegel senken. Größere Mengen können entwässernd wirken.

Lysin

Lysinmangel kann die Proteinsynthese beeinträchtigen, so daß die Neubildung von Muskel- und Bindegewebe verlangsamt wird. Es dient im Organismus als Ausgangsstoff von Carnitin, dessen Einfluß auf den Fettstoffwechsel sehr umstritten sind. Lysin verstärkt die Wirkung von Arginin. Ein positiver Effekt ist die vermehrte Speicherung von Calcium. Bei vegetarischen Lebensmitteln ist Lysin fast immer die limitierende Aminosäure, weshalb mit etwas Ergänzung die Proteinqualität fast aller pflanzlichen Nahrungsmittel aufgewertet wird.

Histidin

An der Bildung von Hämoglobin und den roten und weißen Blutkörperchen beteiligt. Wird von allen Aminosäuren am leichtesten durch den Urin ausgeschieden.

Cystein

Wichtig für das Wachstum von Haut und Haaren. Wirkt wie Vitamin E als Fänger von Freien Radikalen und erzielt bei kombinierter Einnahme eine verstärkte Wirkung. Erhöhte Gaben können den Heilungsprozeß beschleunigen und stärken das Bindegewebe. Es kann in zu hoher Dosis Nierensteine verursachen und dazu führen, daß Spurenelemente verstärkt ausgeschieden werden.

Tyrosin

Wichtig für die Funktion von Nebenniere, Schild- und Hirnanhangdrüse. Außerdem wichtig für die Bildung von roten und weißen Blutkörperchen.

Alanin

An der Energiebereitstellung beteiligt und hilft bei der Regulierung des Blutzuckerspiegels. Kann aus den verzweigtkettigen Aminosäuren (den BCAAs) Leucin, Isoleucin und Valin gebildet werden. Bei Kohlenhydratmangel während mehrstündiger körperlicher Belastungen wird Alanin verbraucht (siehe 1.4.).

Asparagin

Dient als Vorstufe von Asparaginsäure, was bei Kohlenhydratmangel an der Gluconeogenese beteiligt ist. Unterstützt die Ammoniakentgiftung in der Leber. Zufuhr in der frühen Phasen der Regeneration sollen zur Normalisierung der Ammoniakkonzentration beitragen (Arndt 1996).

Glutamin

Am Energiestoffwechsel der Muskulatur beteiligt. Unterstützt in Regenerationsphasen die Proteinsynthese. Hat eventuell Auswirkungen auf das Gedächtnis und die Konzentrationsfähigkeit, was jedoch umstritten ist. Die daraus umgeformte Glutaminsäure ist für den Körper der wichtigste Lieferant von Stickstoff.

Glycin

Dient als Stickstofflieferant bei der Synthese der nichtessentiellen Aminosäuren. Spielt eine Rolle bei der Bildung von Bindegewebeisweiß. In den Angaben vieler Hersteller von Proteinsupplementen soll es als Lieferant von Kreatin und zur verstärkten Ausschüttung des Wachstumshormons dienen.

Prolin

Wichtiger Bestandteil des Kollagens. Kann bei längerem Fasten oder sportlicher Ausdauerbelastung in großem Umfang zur Energieversorgung der Muskeln herangezogen werden. Es kommt in Fruchtsäften in großen Mengen vor.

Serin

Spielt ebenfalls eine Rolle bei der Energieversorgung. Ist Bestandteil des Acetylcholins.

1.3. Aminosäuren im Stoffwechsel

1.3.1. Aminosäurengleichgewicht

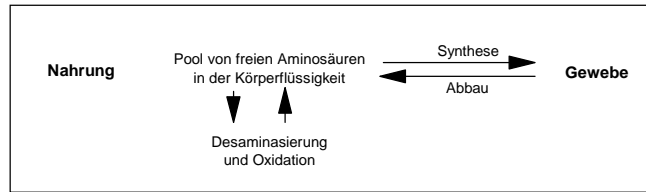
Der menschliche Organismus hat für Aminosäuren keine Depotmöglichkeit. Trotzdem ist der Eiweißbestand im Körper meist im Gleichgewicht, bestehend aus der Biosynthese von Körpereisweißen und deren Abbau:

Es findet ein ständiger Abbau und Umbau von Gewebsproteinen statt, wobei die beim Abbau / Umbau anfallenden Aminosäuren nur zum Teil wiederverwertet werden können.

Deren Stoffwechselprodukte Harnstoff, Harnsäure und Kreatinin werden mit dem Urin ausgeschieden. Das Proteinstickstoff geht über Haut, Haare und Nägel verloren.

Diese Verluste werden über die Nahrung ausgeglichen, indem Nahrungsproteine zugeführt werden, damit deren Bausteine, die Aminosäuren, resorbiert werden. Dabei ist festzustellen, daß bei der Freisetzung der Aminosäuren durch die Verdauung tierische Eiweißprodukte nahezu vollständig verdaut werden, während bei pflanzlichen Proteinen die Freisetzung der Aminosäuren geringer ist und damit ein geringerer Anteil aufgenommen wird (Hamm 1996, 116).

Die durch die Verdauung freigesetzten Aminosäuren werden nicht direkt in das Körpergewebe eingelagert, sondern gelangen zuerst in den Aminosäurenpool, die sich in der Körperflüssigkeit befindende Aminosäurenmenge. Aus dem Aminosäurenpool werden dann nach Bedarf die einzelnen Aminosäuren als Bausteine in die einzelnen Körpergewebe abgeleitet oder zur Synthetisierung von nichtessentiellen Aminosäuren verwendet.



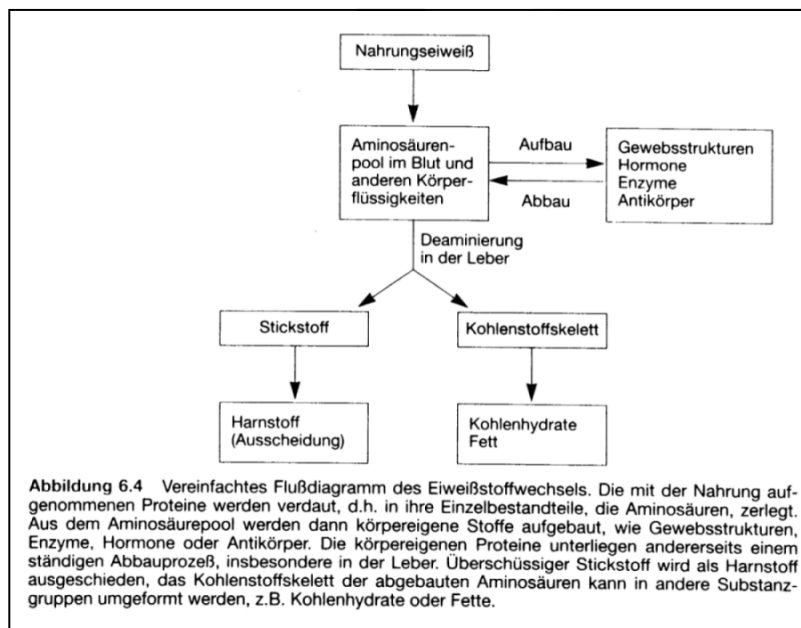
Quelle: Hamm 1996, 116

1.3.2. Aminosäureaufnahme

Nahrungsproteine liefern die für die Biosynthese notwendigen Aminosäuren. Daneben werden täglich etwa 500g Aminosäuren durch den Abbau von ca. 400g Körperprotein unter Wassereinlagerung freigesetzt. In den Zellen findet eine ständige Erneuerung von Körperproteinen statt. Spezifische Proteine, wie z.B. Gewebeproteine, Enzyme, Hormone usw., werden also ständig auf- und abgebaut (vgl. Schlieper 1992, 116).

Zuerst werden Nahrungsproteine im Magen-Darm-Trakt in Aminosäuren und in kleinere Peptide (2-6 Aminosäuren, die miteinander zu einer Kette verbunden sind) gespalten und dann mittels aktivem Transport durch die Darmwand ins Blut resorbiert. 90% des Nahrungsproteins gelangen so zur Leber, die restlichen 10% werden über den Kot wieder ausgeschieden. Tierische Proteine können leichter resorbiert werden als pflanzliche, da pflanzliche Zellwände die Verdauung behindern.

Leber und Niere sind die Hauptorgane für den Proteinstoffwechsel. Hier finden Proteinsynthese, Aminosäureabbau, Harnstoffsynthese und weitere Vorgänge statt. Die Endprodukte werden hauptsächlich mit dem Harn ausgeschieden.



Quelle: Williams 1997, S. 195

1.3.3. Allgemeiner Eiweiß- / Aminosäurenbedarf

Der Organismus benötigt Aminosäuren für folgende Vorgänge:

- Aufbau und Erhaltung von Zellen
- Aufbau und Erhaltung von Enzymen und Hormonen: Protein ist Bestandteil fast aller Enzyme, Viele Hormone sind Peptide (Williams 1997, 195)
- Aufbau von Antikörpern im Immunsystem
- Eiweiß ist Baustein von Transportmolekülen, wie Hämoglobin und Lipoproteinen

- Aufbau von Speicherproteinen, wie z.B. Ferritin, das Eisen speichert
- Wesentliche Strukturelemente der Muskeln (Myosin und Aktin) bestehen aus Eiweiß
- Eiweiß ist Teil des Kollagens in Knochen, Sehnen, Bändern und Haut
- Im Flüssighaushalt bewirkt der von den Proteinen erzeugte osmotische Druck für eine Verteilung der Flüssigkeit im Organismus (vgl. Williams 1997, 195)

Halbwertszeiten der menschlichen Proteine im Organismus

<u>Proteine</u>	<u>Halbwertszeit</u>
Skelettmuskel	50 – 60 Tage
Herzmuskel	11 Tage
Fibrinogen	4 – 5 Tage
Transferrin	8 Tage
Leberenzyme	6 - 14 Stunden
Präalbumin	2 Tage
Retinol bindendes Protein	12 Stunden

Quelle: Schlieper 1992, 116

Bei der Erneuerung von Körperproteinen geht ein kleiner Anteil von Aminosäuren „verloren“ und kann nicht mehr zum Aufbau von neuem Körpergewebe verwendet werden. Diese Aminosäuren werden in Leber und Niere zu Kohlenstoffdioxid, Wasser, Ammoniak und Energie abgebaut. Ammoniak wird dann zu Harnstoff umgewandelt und mit dem Urin ausgeschieden. Dieser Verlust muß durch die Aufnahme essentieller Aminosäuren über die Nahrung ausgeglichen werden.

In bezug auf den Eiweißbedarf kann zwischen zwei Personengruppen unterschieden werden (vgl. Schlieper 1992, 122).

1. Personen, die Protein nur zur Erneuerung von Körperprotein benötigen

Personen, die sich nicht regelmäßig intensiven körperlichen Belastungen unterziehen und deren tägliches Bewegungsverhalten als „durchschnittlich“ anzusehen ist. Hier fallen auch Sportler aus Sportarten ohne große muskuläre Belastungen hinein.

Bei diesen Normalpersonen ist der Proteinbedarf direkt abhängig vom Körpergewicht: Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung DGE empfiehlt für Erwachsene dieser Gruppe eine tägliche Proteinzufuhr von 0,8 Gramm pro kg Körpergewicht und höchstens 15% Proteinanteil an der Gesamtenergiemenge.

2. Personen, die Protein zur Erneuerung und zum Aufbau von Körperprotein benötigen

Zu dieser Gruppe gehören Säuglinge, Kinder und Jugendliche. Der Proteinbedarf sinkt dabei mit zunehmendem Alter - also mit der Abnahme der Wachstumsgeschwindigkeit. Außerdem fällt hier die Gruppe der Sportler hinein (siehe Abschnitt 1.4.).

Empfohlene Proteinzufuhr (DGE)

Die Werte in der rechtsstehenden Tabelle können zur Orientierung dienen.

Normalpersonen können sich durch gewöhnliche Lebensmittel ausreichend mit allen notwendigen Proteinen versorgen. Es gibt zwar einige Ausnahmen (z.B. in einer sehr kalorienreduzierten Diät oder bei Unterversorgung mit bestimmten Aminosäuren durch Fehlernährung oder sonstige Krankheiten), doch ansonsten wird dieser Personengruppe kein Proteinsupplement empfohlen.

Alter	g / kg Körpergewicht
Säuglinge	
0 bis unter 4 Monate	2,20
5 bis unter 12 Monate	1,60
Kinder	
1 bis unter 4 Jahre	1,20
4 bis unter 7 Jahre	1,10
7 bis unter 10 Jahre	1,00
10 bis unter 13 Jahre	1,00
13 bis unter 15 Jahre	1,00
Jugendliche und Erwachsene	
15 bis unter 19 Jahre	0,80
19 bis unter 25 Jahre	0,80
25 bis unter 51 Jahre	0,80
51 bis unter 65 Jahre	0,80
65 Jahre und älter	0,80

Quelle: Schlieper 1992, 122

1.4. Mehrbedarf durch im Sport

1.4.1. Ursachen

Der erhöhte Proteinverbrauch und damit auch der Proteinmehrbedarf (vgl. Hamm 1996, 107) hat mehrere Ursachen:

- **Mehrbedarf für den Muskelaufbau in einen Hypertrophietraining**
Der Aufbau von Muskulatur im Krafttraining erfordert ein entsprechendes Nahrungseiweißangebot, besonders der essentiellen Aminosäuren Leucin, Isoleucin und Valin, zur Neubildung von Muskelgewebe
- **Erhöhter Bedarf für den Erhalt größerer Muskelmassen / Schutz vor Muskelabbau**
Bei hohen Leistungsintensitäten schützt ein ausreichendes Nahrungsaminosäureangebot vor Muskelproteinabbau zugunsten der Energiegewinnung (siehe 1.4.2.) und zum Ausgleich des Plasma-Aminosäurepools
- **Ausgleich des erhöhten Proteinverschleißes**
Intensive muskuläre Beanspruchungen üben mechanischen Streß auf das Muskelgewebe aus und können Mikroschädigungen der Muskelfasern verursachen.

Schädigungen dieser Art sind von Laufaktivitäten und von Muskelkater-Situationen bekannt. Nach Beendigung von intensiven körperlichen Aktivitäten setzen Umbau-, Reparations- und Regenerationsprozesse ein, die auf die Verfügbarkeit von Aminosäuren angewiesen sind. Die geschädigten Muskelzellen, die gespalten werden, um die Reparatur zu ermöglichen, setzen ihre Aminosäuren in denselben Pool frei, aus dem auch die für die Proteinsynthese benötigten Aminosäuren benötigt werden. Somit führt der mechanisch induzierte Katabolismus nicht zu einem übermäßigen Verlust an Aminosäuren. Die Differenz der essentiellen Aminosäuren, die nicht in den AS-Pool zurückgeführt werden, sondern abgebaut und über den Harn ausgeschieden werden, muß durch Nahrungszufuhr ausgeglichen werden.

Muskelbelastungen höherer Intensität führen auch zu einem Verschleiß an den Zellmembranen und zu einem Mehrumsatz an Enzymen und Hormonen im Stoffwechsel. Wegen der Regeneration der verschiedenen Körpergewebe, Enzyme, Hormone, usw. benötigt der Organismus ebenfalls mehr Aminosäuren.

- **Schnellere Heilung nach Verletzungen**
Bei Verletzungen oder im Falle eines Sportunfalls kann durch eine verstärkte Proteinverfügbarkeit die Heilungsdauer verkürzt werden.
- **Vermehrte Bildung von Neurotransmittern**
6Aminosäuren spielen bei der Bildung von Hormonen und Peptiden mit Neurotransmitterfunktion eine Rolle (Brouns 1993, 38). Jede ausgeprägte Veränderungen in der Zusammensetzung des Plasma-Aminosäuren-Pools, sei es durch Mengenänderung oder durch Änderung in der Zusammensetzung, kann deshalb auch Müdigkeit, depressive Stimmungslage u.ä. verursachen.
- **Leistungssteigerung**
Der Verfügbarkeit unphysiologisch großer Mengen essentieller Aminosäuren kann evtl. Regenerations- und Adaptationsprozesse beschleunigen und eine erhöhte Ausschüttung des Wachstumshormons provozieren (siehe 2.5.).

1.4.2. Glykogenverarmung und Aminosäuren

Meistens wird der erhöhte Proteinbedarf auf Glykogenverarmungen zurückgeführt, die bei körperlichen Beanspruchungen zwangsläufig auftreten. Dadurch soll es immer zu einer stark erhöhten

„... Miteinbeziehung von Aminosäuren in den Energiestoffwechsel kommen, wodurch körpereigenes Gewebe abgebaut werden muß. Da dies unbedingt vermieden werden muß, sollte Protein - am besten über Eiweißsupplemente zugeführt werden...“ (Quelle: Internet).

Dieser Argumentationskette, die alle Hersteller von Proteinprodukten benutzen, ist aufgrund der verzerrten Darstellung nicht richtig - die Forschungslage gibt ein anderes Bild wieder (siehe 2.1.).

Natürlich haben Sportler aufgrund der regelmäßigen intensiven körperlichen Beanspruchung einen erhöhten Proteinbedarf. Dabei bleiben aber die Fragen offen, wie stark dieser ist und ob er nicht durch normale Lebensmittel gedeckt werden kann.

Situationen, in denen ein Proteinmehrbedarf auftritt:

Langzeitausdauerbelastungen

Der Anteil der Energiegewinnung durch Proteine bei Ausdauerbelastungen ist relativ gering (nach Hamm 1996 ca. 10%). Dennoch wird sowohl in Literatur, der Herstellerwerbung (siehe Arndt 1996) behauptet, daß dadurch ein großes Eiweißdefizit entstünde, was nur durch Supplementierung ausgeglichen werden könne.

Nielsen (in: Astrand / Shepard 1993, 290) sagt aus, daß bei Langzeit-Ausdauerbelastungen die Eiweißverbrennung ca. 5-10% des Gesamtumsatzes betragen kann. Zu einem direkten Abbau von Struktureiweißen in der Leber und der Muskulatur käme es nur bei einer langfristigen Mangelernährung. Die Eiweiße werden dann entweder zur Gukoneogenese herangezogen oder direkt verbrannt.

Diätphasen

Kalorienreduzierte und damit auch meist kohlenhydratreduzierte Ernährung im Rahmen von Vorwettkampfphasen („Gewichtmachen“) führt zu einem Proteinverlust. Die Begrenzung der Nährstoffzufuhr auf ein Minimum birgt die Gefahr, daß Muskelmasse zur Wiederauffüllung des Pools der freien Aminosäuren abgebaut wird, weil diese im Energiestoffwechsel förmlich „verlorengehen“.

Hohe Trainingsbelastungen und Zeiträume hoher Wettkampfdichte

Die Absolvierung hoher Trainingsumfänge und -intensitäten ohne genügende Regenerationszeiten, z.B. in Trainingslagern, kann zu Glykogen- und Kohlenhydratverarmungen führen.

In den eben beschriebenen Situationen kommt es zu einem Abfall des Blutzuckerspiegels. Das führt zu einem Abfall der Plasmainsulinkonzentration und zu einem Anstieg der Glykagon- und Glucokortikoid-Konzentration. Daraufhin wird der Proteinkatabolismus verstärkt und es kommt zur Freisetzung essentieller intramuskulärer Aminosäuren und von Plasma-Aminosäuren. Sie werden zur Energieproduktion und Aufrechterhaltung eines konstanten Blutzuckerspiegels herangezogen:

Zum Erhalt des konstanten Blutzuckerspiegels werden zuerst die Plasma-Proteine herangezogen. Das hier entstandene Defizit kann wegen der verschlechterten Sauerstoff-Transportkapazität aber schlecht kompensiert werden.

Durch Glykogenmangel werden die Albumin- und Hämoglobinmengen verringert (vgl. Brouns, 1993). Hämoglobin als Transportmolekül hat aber wichtige Aufgaben im Energiebereitstellungssystem. Bei verringerter Hämoglobinmenge ist die Sauerstofftransportkapazität herabgesetzt und damit auch die Ausdauerleistungsfähigkeit. Durch die allgemeine Verschlechterung der Grundlagenausdauer verlängern sich zusätzlich auch die Regenerationszeiten.

Deshalb baut der Organismus essentielle intramuskuläre Aminosäuren ab, um eine normale Konzentration der Plasma-Aminosäuren zu erreichen. Dazu erhöht sich die Aktivität von Enzymkomplexen, die an der Spaltung und Oxidation der BCAA (35% des Muskelgewebes sollen aus diesen Aminosäuren bestehen - s.u.) beteiligt sind.

Letztendlich soll dadurch Muskelgewebe abgebaut werden - sagt zumindest die Branche der Hersteller von Proteinprodukten und führt die Beispiele von ausgezehrten Langstreckenläufern oder von Extrembergsteigern dazu an. Daß sich auf der anderen Seite aber 98% der Sportler nicht in solchen Extremsituationen wiederfinden und aus diesem Grunde auch eine Aufnahme über normale Lebensmittel ausreichen kann, wird verschwiegen.

1.4.3. Eiweißbedarf verschiedener Sportlergruppen

Aufgrund der erhöhten Beanspruchung durch die sportliche Tätigkeit haben Sportler tatsächlich einen höheren Eiweißbedarf (Konopka 1998, 74). Folgende täglichen Zufuhrempfehlungen an Gramm Eiweiß pro kg Körpergewicht sind in der Literatur zu finden:

Tabelle 32: Eiweißbedarf in verschiedenen Sportartengruppen. In optimale Eiweißmenge pro Kilogramm Körpergewicht richtet sich auch innerhalb der Sportartengruppen nach der aktuell bevorzugt trainierten motorischen Hauptbeanspruchungsform im Trainingsplan (Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit, Technik, Gelenkigkeit) sowie der jeweiligen Trainings-Intensität. Der prozentuale Anteil an der Nahrungsenergie ist relativ umso höher, je geringer die gesamte Nahrungsenergiemenge ist.

	Ausdauer-sportarten	Ausdauer-sportarten mit hohem Kraffteinsatz	Kampf-sportarten	Spiel-sportarten	Schnell-kraftsportarten	Kraft-sportarten
Anteil an der gesamten Nahrungsenergie in kcal %	12-16%	12-18%	12-20%	12-20%	12-20%	15-24%
Eiweißmenge in Gramm pro kg Körpergewicht	1,5-2,0	1,5-2,5	1,5-2,8	1,5-2,8%	1,5-3,0	1,5-3,2

Quelle: Konopka 1998, 76

Obwohl in der Literatur noch höhere Angaben von bis zu 4g Protein pro kg Körpergewicht zu finden sind, reichen aber Werte um 2,0g pro kg Körpergewicht herum auch für den Aufbau und Erhalt großer Muskelmassen aus (vgl. Hamm 1996, 122). Die durchschnittliche tägliche Proteinzufuhr beträgt ca. 1,5g Protein / kg Körpergewicht und deckt bereits einen hohen Anteil der täglich benötigten Proteinmenge (ebenda).

2. Eiweißzufuhr durch Supplemente

2.1. Bedarf an Proteinsupplementen?

Sportler haben gegenüber Normalpersonen einen erhöhten Bedarf an essentiellen Aminosäuren. Dies wurde bereits in Abschnitt 1.4. beschrieben. Als Schlußfolgerung könnte gezogen werden, daß bei einem schnellen Ausgleich von außen Aminosäuredefizite ausgeglichen oder bestenfalls sogar vermieden würden. Damit würde dann eine optimale Proteinsynthese und Regeneration erfolgen - die Adaptation in bezug auf das Trainingsziel würde frühzeitiger und effektiver angeregt.

Ob der Bedarf aber tatsächlich so ausfällt, daß er nur noch über Proteinsupplementation gedeckt werden kann, ist in der Literatur umstritten. Auch der gezielte Einsatz von Proteinsupplementen über den eigentlichen Bedarf hinaus zugunsten leistungssteigernder Effekte ist umstritten. Die nun folgenden Aussagen spiegeln das wider:

Arndt (1996, 60) äußert, daß die Zufuhr von Aminosäuren über die normale Ernährung ungeeignet sei, um eine günstige Proteinsynthese nach Trainingsende zu erreichen. Selbst die Zufuhr von gutem, leicht verdaulichem Milcheiweiß unmittelbar nach Trainingsende reiche seiner Meinung nach für eine „optimale“, weil unmittelbar einsetzende, Regeneration nicht aus: Verdauung und Aufnahme der enthaltenen Aminosäuren gingen dafür zu langsam voran. Der dafür verantwortliche Fettgehalt der eingenommenen Lebensmittel sei ein weiterer Grund, Eiweißsupplemente im Bedarfsfall einzusetzen.

Demgegenüber äußern Hamm (1996), Schlieper (1993) und Brouns (1993), daß der erhöhte Eiweißbedarf von Sportlern durch eine normale Mischkost, bei der auf die wichtigsten Aspekte der Eiweißaufnahme geachtet wird, gedeckt werden kann. Der Grund dafür liegt in der schon so hohen Verfügbarkeit dieses Nährstoffes auf der einen Seite und der Höhe des tatsächlichen Mehrbedarfes (der gering ausfällt) auf der anderen Seite.

Brouns (1993, 44) stellt fest, daß auch Personen, die sich Langzeitausdauerbelastungen unterziehen, im empfohlenen Bereich der Proteinaufnahme von 10-15% liegen: Bei erhöhter körperlicher Beanspruchung kommt es durch den gesteigerten Appetit auch zu einer erhöhten Energieaufnahme. Obwohl der prozentuale Eiweißanteil an der gesamten Energieaufnahme mit 10-15% weitgehend konstant bleibt, kommt es durch die absolut erhöhte Energiezufuhr auch zu einer absolut höheren Proteinzufuhr.

Williams (1997) äußert sich sehr detailliert zu Untersuchungen im anglo-amerikanischen Raum über die Wirkungen von Proteinsupplementen - sein Ergebnis fällt nicht sehr gut für die Hersteller aus. Die Datenbasis, die den Einsatz von Aminosäureprodukten zugunsten gesteigerter Leistungsfähigkeit rechtfertigt, ist klein und in sich widersprüchlich, da sie aus methodisch unsauberem oder sich widersprechenden Forschungsaussagen besteht. Er rät zu einer normalen Mischkost. Seiner Meinung nach (ebenda, 213) liegen schon in einer ausgewogenen Mischkost mit einem Eiweißanteil von 12-15% der Gesamtkalorienmenge größere Aminosäuremengen vor, als sie nach den allgemeinen Empfehlungen erforderlich sind. Somit ist das Argument, daß Supplemente diejenigen Mengen an Aminosäuren enthalten, die dem Körper durch Nahrung nicht gegeben werden könnten, entkräftet. Das zweite Argument, daß supplementierte Aminosäuren gegenüber Aminosäuren aus Nahrungsprotein schneller verfügbar sind, hat seiner Meinung nach (ebenda) keine wissenschaftlich haltbare Basis. Somit sieht er die Supplementierung als nicht notwendig an.

Nach Konopka (1998, 75 / 175) sind intensiv trainierende Sportler auf Eiweißsupplemente angewiesen, weil der Gehalt der Nahrung an Fett, Cholesterin und Purinen zu hoch sei. Falls dies der einzige Grund ist, dann kann andererseits die Frage gestellt werden, ob eine Nahrungsmittelzusammensetzung zugunsten pflanzlicher Eiweißlieferanten nicht eher zu empfehlen sei.

Lorenz (1991, 392) stellt in einer Untersuchung aber fest, daß „Aminosäuren-Cocktails“ (er gab aber nicht an, was er damit meint) eine sinnvolle Möglichkeit seien, nach Trainingsende die Proteinsynthese zu verbessern. Dazu müsse ein eventueller Glykogenmangel aber zeitgleich oder vorher ausgeglichen werden. Er gibt zu bedenken, daß eine Proteinsupplementation ohne vorherige Kohlenhydratzufuhr wegen der verminderten Synthesefähigkeit nicht funktionieren kann. Es liegt hier die Vermutung nahe,

daß verschiedene Studien diesen Aspekt nicht bedacht haben und die zugeführten Proteinsupplemente auch keine nennenswerten Effekte zeigten.

Ziegler (1996, 252) stellt eine Aufzählung aller Stoffe vor, die im Rahmen intensiven körperlichen Trainings aufgrund begründeter Effekte substituiert oder supplementiert werden sollten. Neben den zu erwartenden Mengenelementen (wie Magnesium, Kalium), Spurenelementen (wie Jod, Eisen) und Vitaminen der B-Serie wird die Substitution durch Aminosäuren davon ausgeschlossen. Ziegler unterstellt ihnen nur eine geringe bis überhaupt keine Wirkung.

Nach den vorliegenden Berichten bewirken Proteinsupplemente nur bei den Personengruppen ausgleichende Wirkungen, die durch ihre normale Ernährung sowohl Eiweiß- als auch Kohlenhydratmangelaufnahmen zeigen. Dazu gehören Sportler, die eine geringe Eiweißaufnahme haben und zeitgleich intensiv trainieren, Athleten im Wachstum, sowie veganisch ernährte Sportler (Lemberger 2000, 12).

2.2. Der schwankende Bedarf infolge unterschiedlichen Trainings

Aus der Erläuterung in 2.1. geht hervor, daß die Basis, auf der die Argumentation für eine Proteinsupplementierung aufbaut, umstritten ist. Selbst wenn es einen zusätzlichen Bedarf gäbe, der nur über eine Supplementierung gedeckt werden könnte, wäre dieser wegen intra- als auch interindividueller Schwankungen nur schwer feststellbar:

1. Der Bedarf eines Kraftsportlers an Aminosäuren – egal wie diese aufgenommen werden – im Training variiert zu dem, den derselbe Kraftsportler in einer trainingsfreien Zeit hat.
2. Der Proteinbedarf eines Ausdauersportlers in der Gewichtung der verschiedenen Aminosäuren setzt sich mit Sicherheit anders zusammen als der eines Kraftsportlers oder der eines Sportsportlers. Diesem Aspekt wird in der (der Referatsgruppe) zugänglichen Literatur nicht nachgegangen. Auch Hersteller machen dazu keine Angaben.

Somit können normierte und schon vorbilanzierte Präparate den tatsächlichen Bedarf nicht situationsgemäß decken und stellen den sprichwörtlichen „Schuß ins Blaue“ dar.

2.3. Überblick

Trotz der eher skeptischen Faktenlage über die Wirkung von Proteinsupplementen soll hier nun eine Vorstellung ausgewählter Produkte erfolgen. Sie begegnen einen in der Praxis immer wieder, so daß sie nicht ignoriert werden können. Außerdem ist bei der kontroversen Faktenbasis manchmal wohl doch das Motto, das „*probieren über studieren*“ ginge, angebracht, weil in der Erfahrungswelt der Autoren dieser Hausarbeit einige Produkte sehr wohl eine unterstützende Wirkung haben könnten.

Der Begriff „Eiweißsupplemente“ / „Proteinsupplemente“ ist zur Erfassung des gesamten Spektrums der Präparate nicht besonders aussagekräftig, da viele unterschiedliche Untergruppen existieren:

Proteinprodukte

Zusammengesetzt aus einer Kombination mehrerer Aminosäuren, meist in Pulverform vorfindbar. Die Zufuhr erfolgt über die Mischung mit einer Flüssigkeit.

BCAA - Produkte

Tabletten, kristallin oder in schon gelöster Form mit den drei essentiellen Aminosäuren Leucin, Isoleucin und Valin in unterschiedlichen Kombinationen. Manchmal noch mit Zusätzen zur besseren Resorption und Synthese versehen.

Aminosäureprodukte

Präparate, die nur eine oder wenige Aminosäuren enthalten, wobei die enthaltene Dosis jedoch sehr hoch ist.

Weitere Produkte

Neben diesen Produkten existieren noch diverse Abweichungen wie CLA, Peptide, Carnitin, Hydrolysate oder sonstige Derivate Diese werden in dieser Ausarbeitung nicht besprochen.

Neben der unsicheren Wirkungsweise der Eiweißsupplemente in 2.1. schreiben Hersteller ihnen folgende Effekte zu:

1. *Gesteigerte Muskelproteinsynthese*
2. *Schutz vor Proteinverlusten*
3. *Verkürzung der Regenerationszeit*
4. *Geringere Ermüdungserscheinungen nach intensiven Belastungen*
5. *Steigerung der Hormonsynthese, wie z.B. Wachstumshormone, durch Aminosäureprodukte*

In den folgenden Abschnitten sollen die drei o.g. Supplementgruppen näher betrachtet werden. Für den Fall einer Einnahme sollen Effekte, Anwendungshinweise und Nebenwirkungen dargestellt werden. Diese beruhen selten bis überhaupt nicht auf abgesicherten wissenschaftlichen Studien. Die hauptsächlichlichen Fundorte dafür sind Herstellerangaben, empirische Befunde aus der Sportlerszene (speziell der Bodybuilding-Szene) und das Internet.

Die fehlende Überprüfbarkeit mancher der hier vorgestellten Inhalte stellt das Autorenteam ausdrücklich heraus.

2.4. Proteinprodukte

Proteinprodukte werden meist in folgenden Formen angeboten

- Pulverform, zur Auflösung in einer Flüssigkeit
- Als Proteingetränk mit schon aufgelösten Aminosäuren
- Riegelform

Wir konzentrieren uns auf die am häufigsten verwendete Form, die Pulverform.

2.4.1. Auswahlkriterien für Proteinpulver

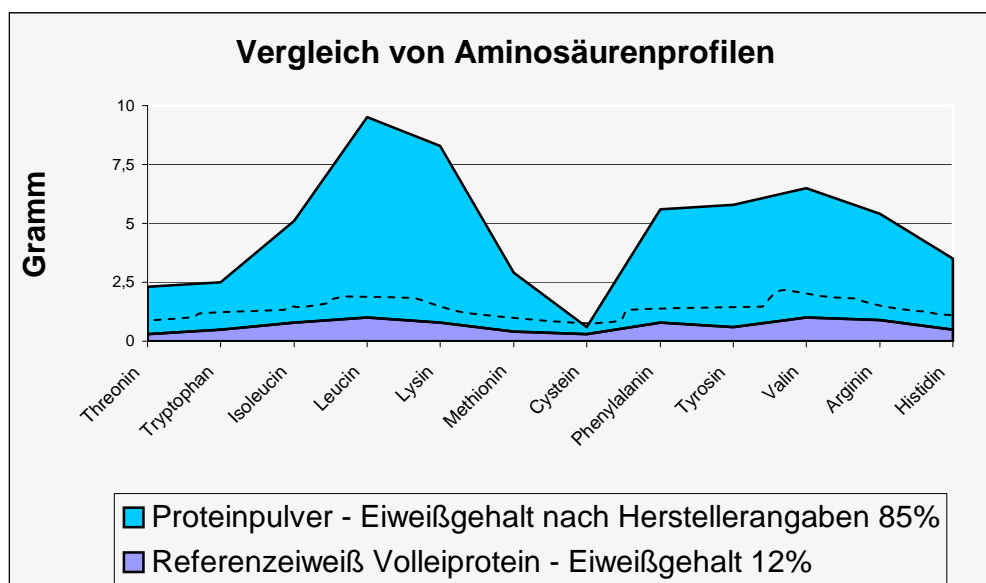
- Bei der Auswahl eines Proteinpulvers sollte weniger auf den Proteingehalt in Prozent geachtet werden, sondern auf den verwendeten Grundstoff. Angaben des Proteingehaltes bezogen auf die Trockenmasse - mit dem Zusatz „i. Tr.“ - sind irreführend; nach Arndt (1996, 54) liegt der tatsächliche dann um 10% niedriger.
- Es sollte hochwertiges Laktalbumin von billigem Casein im Proteinpulver unterschieden werden können. Deshalb sollte das Aminosäuremuster, das Aminogramm, auf der Packung geprüft werden:
 - ⇒ Casein enthält pro 100g Reinprotein nur 0,3-0,4g Cystein, aber 24g Glutaminsäure. Gute Proteinkonzentrate mit dem natürlichen Verhältnis der Kuhmilch enthalten ca. 0,9g Cystein und maximal 23g Glutaminsäure.
- Gute Milchproteinkonzentrate haben einen auf 30-40% erhöhten Anteil an Laktalbumin und damit einen Cysteinanteil von 1,2-1,5g pro 100g.
- Falls dem Eiweißpulver Fleisch- oder Eiweißprotein zugesetzt ist, sollte unbedingt auf den Zusatz „cholesterinfrei“ geachtet werden.

- Vielen Proteinpulvern ist Kollagen oder Gelatine zugesetzt. Weil Gelatine die essentielle Aminosäure Tryptophan fehlt, haben Proteinpulver mit hohem Gelatineanteil in der Regel einen niedrigen Tryptophangehalt. Durch die dadurch gesunkene Biologische Wertigkeit ist die Verwertbarkeit für den Organismus herabgesetzt.
- Kollagene Eiweiße sind in der Regel am hohen Anteil von Hydroxyprolin zu erkennen, einer Aminosäure, die praktisch nur in Bindegewebeeiweißen vorkommt. Hochwertiges Fleischeiweiß enthält max. 2% Hydroxyproline und etwa 9-14% Gelatine. Bei einem Gehalt von 7% Hydroxyprolin ist davon auszugehen, daß es sich um Gelatine aus gemischten Schlachtabfällen handelt. Hydroxyprolinwerte im Bereich von 5-7% deuten auf Gelatine mit Beimengungen von anderen Eiweißen, meist Blutprotein, hin.
- Vereinzelt sind auch Proteinpulver aus Vollei oder Eiklar („Ei-Albumin“) erhältlich. Diese Produkte sind vom Preis in der Regel teurer, aber wegen deren hoher Biologischer Wertigkeit hochwertig.
- Beim Kauf eines Proteinpulvers sollte darauf geachtet werden, daß die Produkte cholesterinfrei und fettarm sind.

2.4.2. Beachtung des enthaltenen Aminosäurenprofils

Bei der Auswahl eines Proteinpulvers sollte nicht unbedingt nur auf die Menge des Gesamteiweißes geachtet werden. Wichtiger ist die Beachtung von den Mengen der enthaltenen Aminosäuren: Die in dem Produkt enthaltene Menge der im menschlichen Organismus am geringsten vorkommenden Aminosäure bestimmt die biologische Wertigkeit des Proteinproduktes.

Folgende Grafik stellt diesen Aspekt dar:



In diesem ausgewählten Beispiel-Produkt ist der Gesamteiweiß-Gehalt pro 100 Gramm wesentlich höher als in Vollei-Protein mit der biologischen Wertigkeit 100. Von der (hier) limitierenden Aminosäure Cystein wird aber verhältnismäßig wenig geliefert.

Deshalb wird auch von den anderen Aminosäuren nicht alles verwertet, sondern nur der Teil, der verhältnismäßig wie bei Cystein zuviel ist (gestrichelte Linie). Der Proteinrest (oberhalb der gestrichelten Linie) wird nicht verwertet. Das Produkt ist also nicht zu empfehlen.

2.4.3. Einnahme von Proteinprodukten

Proteinsupplemente zum Ausgleich des Proteinverlustes und zum Erreichen einer optimalen Proteinsynthese sollten direkt nach Trainingsende (in Ausdauersportarten, Spisportarten) oder auch schon in der letzten Trainingsphase (in Kraftsportarten) erfolgen.

Die optimale Zufuhr nach Trainingsende sollte in zwei Phasen stattfinden:

1.Phase: Zuführung von Proteinprodukten mit einer leicht-hypotonen Flüssigkeit direkt nach Trainingsende (in Ausdauersportarten, Spisportarten) oder in der letzten Trainingsphase (Kraftsportarten). Die Zufuhr von Aminosäuren über Proteinpulver o.ä. Produkte soll nach Herstellerangaben eine schnelle Aufnahme bewirken: „*Bereits ca. 10 Minuten nach der Einnahme beginnt die Wiederauffüllung des Aminosäurenbestandes im Organismus.*“ (Arndt 1996, 60).

2.Phase: 10 Minuten nach diesem ersten Aminosäureschub ist es empfehlenswert, eine zweite Gabe freier Aminosäuren mit einem kohlenhydratreichem Getränk anzubieten.

Durch die eben beschriebene Vorgehensweise soll folgendes erreicht werden: Wenn die Aminosäuren aus dem ersten hypotonen Getränk vom Körper aufgenommen worden sind, beginnt die Aminosäurenbereitstellung aus dem Eiweiß des zweiten Getränks. Somit soll eine halbwegs gleichmäßige Aminosäureaufnahme erzielt werden. Die zusätzliche Kohlenhydratzufuhr mit dem zweiten Getränk bremst die unerwünschte Verwertung der freien Aminosäuren in der Leber, wo wegen des trainingsbedingten Kohlenhydratmangels bereits deren Umwandlung in Glucose zur Stabilisierung des Blutzuckerspiegels und die Wiederauffüllung eventuell erschöpfter Glykogenspeicher anläuft.

Die Zunahme über eine Flüssigkeit und nicht über feste Kost, wie z.B. durch Riegel, nach dem Training sei aus folgenden Gründen vorzuziehen: Zum einen sei der Appetit nach einer intensiven Anstrengung meist nicht so ausgeprägt, zum anderen stünden Aminosäuren von leichter verdaulichen Getränken dem Organismus schneller zur Verfügung.

2.5. BCAA - Produkte

BCAA (*Branched Chain Amino Acids*) oder *Verzweigkettige Aminosäuren*, wie sie im Deutschen heißen, ist der Sammelbegriff für die drei essentiellen Aminosäuren Leucin, Isoleucin und Valin. Der Term *Verzweigkettig* beruht auf der chemischen Molekülstruktur der drei Aminosäuren. Der Organismus kann sie nicht selbst herstellen und ist auf eine Zufuhr durch die Nahrung angewiesen.

Beim Verzehr proteinreicher Mahlzeiten werden die BCAAs als erste resorbiert. Nach der Verarbeitung in der Leber sind ca. 70% aller ins Blut gelangenden Aminosäuren BCAAs. Danach gelangen sie sehr schnell durch die Zellmembrane in die Muskelzellen. In den ersten drei Stunden machen die BCAAs zwischen 50-90% der gesamten Aminosäureaufnahme der Muskeln aus (vgl. Arndt 1996). Etwa 35% des Muskeleiweißes setzen sich aus ihnen zusammen (ebenda).

2.5.1. Effekte von BCAA-Einnahmen

Eine Supplementation mit BCAAs soll nach Herstellerangaben folgendes bewirken:

- Schnellere Regeneration des Muskelgewebes nach intensiver muskulärer Beanspruchung
- Optimierung der Proteinsynthese nach Trainingsende
- Schnellere Synthese nichtessentieller Aminosäuren. Dabei sollen BCAAs als Stickstofflieferanten agieren

Die Vorteile von BCAA-Supplementierungen sollen in der schnellen Verfügbarkeit relativ großer Mengen der drei o.g. Aminosäuren liegen, die durch den normalen Lebensmittelverzehr nicht erreichbar sein sollen. Es wird immer davon gesprochen, daß BCAAs schnell in den Aminosäurenpool gelangen, aus dem

dann der Bedarf der Zellen gedeckt wird. In der Werbung wird meist von einer „*stark anabolen Wirkung*“ gesprochen.

Williams (1997, 210) stellt nach einer Darstellung diverser Forschungsdaten zur Wirkung der BCAAs fest, daß aus physiologischer Sicht ein leistungssteigernder Effekt zwar erklärbar wäre, die verfügbare experimentelle Datenlage dazu aber „... *eher mager und widersprüchlich.*“ (Williams 1997, 210) sei. Er spekuliert zwar, daß die Immunlage im Verlauf intensiver Trainingsphasen verbessert werden könne, was er aber mit dem Hinweis auf die geringe vorhandene Datenmenge dazu relativiert (ebenda).

Newsholme u.a. (in: Astrand / Shepard 1993, 349f.) sprechen von einer antagonistischen Wirkung der BCAAs gegenüber der Aminosäure Tryptophan, die anscheinend für Ermüdungsreaktionen verantwortlich ist, wenn es über die Blut-Hirn-Schranke ins Gehirn eintritt. Je mehr die verzweigtkettigen Aminosäuren also im Blut vorzufinden seien, desto geringer werden die dadurch provozierten Ermüdungserscheinungen ausfallen.

Lemberger (2000, 10f.) stellt fest, daß der Beitrag der BCAA an der Energiebereitstellung sowohl in der Ruhe- als auch in der Belastungsphase nicht wesentlich ansteigt. Die antagonistische Wirkung der BCAA gegenüber Tryptophan als ermüdungsbedingende Aminosäure wird zwar physiologisch akzeptiert, doch die existierende Studienlage zeigt keine entsprechenden Ergebnisse.

2.5.2. Anwendungshinweise für BCAAs

- Hersteller empfehlen BCAAs bei intensivem Training: Wegen des intramuskulären Glykogenmangels würden die Aminosäuren Valin und Isoleucin als erste zur Gluconeogenese aus dem Körpergewebe abgebaut. Die Zuführung der BCAAs soll die „verbrauchten“ Aminosäuren zügig ersetzen. Die Einnahme soll dabei direkt nach Trainingsende erfolgen.
- Um die verzweigtkettigen Aminosäuren optimal nutzen zu können, müssen sie alle zusammen eingenommen werden. Entweder werden also drei Einzelpräparate zusammen oder in kurzen zeitlichen Abständen nacheinander eingenommen, oder es sollte ein Kombinationsprodukt verwendet werden.
- BCAAs sollten nicht den Aminosäuren Tyrosin und Tryptophan zugeführt werden. Diese sollen die Aufnahme der verzweigtkettigen Aminosäuren behindern. Der zeitliche Abstand sollte nach Arndt ca. 3h betragen.
- Damit die BCAAs optimal weiterverarbeitet werden, sollten Biotin, Vitamin B6 und Panthotensäure ebenfalls zugeführt werden.
- Es soll keine BCAA - Aufnahme vor dem Training erfolgen. Vor einer Belastung aufgenommenes Valin oder Isoleucin veranlassen den Stoffwechsel vermutlich dazu, diese zur Energiegewinnung heranzuziehen, wodurch sie für die erwünschte Proteinsynthese verlorengehen.
- BCAAs sollten nicht isoliert, sondern mit anderen Proteinen zugeführt werden, besonders mit solchen, die nur geringe Mengen an verzweigtkettigen Aminosäuren enthalten.
- BCAAs können einmalig zur Kompensation nach intensiven körperlichen Belastungen oder langfristig als trainingsunterstützende Mittel angewendet werden.

2.6. Aminosäurenprodukte

Aminosäurenprodukte enthalten nur eine Auswahl an Nährstoffen, d.h. einzelne Aminosäuren sowie häufig auch Vitamine und Eiweißhydrolysat (s.u.). Die Zusammensetzung entspricht in der Regel einem bestimmten Verwendungszweck - der erforderlichen Nahrungsergänzung in einer bestimmten Belastungssituation. Dazu werden dann spezifische Anwendungsempfehlungen gegeben, die einen nutzbringenden Einsatz sicherstellen sollen.

Nach deutschem Lebensmittelrecht sind Aminosäuren den Zusatzstoffen gleichgestellt und dürfen eigentlich nur im Rahmen sehr geringer Freigrenzen bei der Herstellung von Nahrungsmitteln verwendet werden.

Hochkonzentrierte aminosäurehaltige Produkte werden in Deutschland meist als **ergänzende bilanzierte Diäten** in den Verkehr gebracht. Der Hersteller soll dabei die Verantwortung dafür übernehmen, daß sein Produkt sinnvoll zusammengesetzt und verwendungssicher ist.

Demgegenüber können aus dem europäischen Ausland Aminosäurepräparate in Konzentrationen bestellt werden, die wesentlich höher sind als die hier erlaubten Höchstmengen: Zum einen herrscht ein freier Warenverkehr innerhalb der EU, zum anderen schränken die meisten anderen europäischen Länder die Verwendung von Lebensmitteln kaum ein (Arndt 1996, 64).

2.6.1. Produkte mit D- und L-Aminosäuren

Auch wenn die Wirkung von Aminosäureprodukten, die eingesetzt werden, um eine Leistungssteigerung zu erreichen (s.u.) umstritten ist (siehe 2.1.), sollten diese immer aus L-Aminosäuren zusammengesetzt sein. Die D-Form muß im Organismus sonst erst in die L-Form umgewandelt werden und kann die Aufnahme der L-Form behindern (Arndt 1996).

- *Von den meisten Aminosäuren gibt zwei verschiedene räumliche Strukturen: Eine D-Form, in der eine Aminogruppe nach rechts absteht, und eine L-Form, in der sie nach links steht. Man kann es sich so vorstellen, als ob ein Aminosäuremodell von der Mitte her exakt gespiegelt wird. Damit ergibt sich ein neues räumliches Molekül: Es gelingt nicht, die beiden Moleküle durch räumliches Drehen ineinander zu überführen. Sie verhalten sich zueinander wie Bild und Spiegelbild, was als stereoisomere, optische Isomere oder Enantiomere bezeichnet wird. In Proteinen findet man nur L-Aminosäuren.*

Die als wirksam eingestuften L-Aminosäuren konnten früher von den Herstellern nur aufwendig in reiner Form produziert werden. Daher werden bis heute oft noch DL-Aminosäuren verwendet, in denen die Hälfte der Aminosäuren in „falscher“ Form vorliegen. Bei einigen Aminosäuren (z.B. bei DL-Methionin) kann der Organismus die D-Form in die L-Form umwandeln. Bei anderen ist die D-Form einfach unwirksam. Es wird heute sogar diskutiert, ob einige D-Aminosäuren schädlich sind.

In Deutschland werden kaum DL-Aminosäuren gehandelt, im Gegensatz zum europäischen Ausland, das über das Internet sehr präsent ist. Verbraucher sollten auf Produkte mit D-Aminosäuren verzichten, auch wenn sie Aminosäuren ansonsten einen Effekt zuschreiben.

2.6.2. Aminosäuren, Dosierungen, Kombinationen, Effekte

In diesem Abschnitt sollen die von den Herstellern empfohlenen Anwendungshinweise für die einzelnen Aminosäuren dargestellt werden. Dazugehörige Begründungen für die empfohlenen Dosierungen können nicht immer gegeben werden, da Mengen oft ohne jede weitere Erklärung angegeben sind. Ziel ist, einen Überblick über verwendete Aminosäuren, Kombinationen, Dosierungen und mögliche Effekte der Produkte zu verschaffen, die auf dem Markt zu finden sind.

Auf jeden Fall sollte immer eine Kurzbeschreibung der enthaltenen Inhaltsstoffe vorliegen. Schon aus gesundheitlichen Gründen sollte ein Präparat sonst nicht verwendet werden. Bei näherer Betrachtung der Präparate kommt es oft dazu, daß die Inhaltsbeschreibungen nicht die Namen der o.g. Aminosäuren enthalten. Dann werden Abkürzungen nach dem **Ein-Buchstaben-Code** oder **Drei-Buchstaben-Code** benutzt:

<u>Aminosäure</u>	<u>Drei-Buchstaben-Code</u>	<u>Ein-Buchstaben-Code</u>
Alanin	Ala	A
Glycin	Gly	G
Leucin	Leu	L
Cystein	Cys	C
Histidin	His	H
Isoleucin	Iso	I
Valin	Val	V
Methionin	Met	M
Serin	Ser	S
Prolin	Pro	P
Threonin	Thr	T
Arginin	Arg	R
Asparaginsäure	Asp	D
Asparagin	Asn	N
Glutaminsäure	Glu	E
Glutamin	Gln	Q
Phenylalanin	Phe	F
Tyrosin	Tyr	Y
Tryptophan	Trp	W
Lysin	Lys	K

Anhand dieser Abkürzungs-Verzeichnis kann die dahinterstehende Aminosäure erkannt werden.

Bei den folgenden Dosierungsempfehlungen der Hersteller muß immer bedacht werden, daß sie nie den tatsächlichen Bedarf decken können. Dazu gibt es mehrere Gründe:

- Bei unterschiedlichen anthropometrischen Werten, besonders bei der Körpermasse, liegt auch ein unterschiedlicher Bedarf an den Aminosäuren vor: Die tatsächlich notwendigen Dosierungen, sei es zur direkten Proteinsynthese oder zur Steigerung der HGH-Ausschüttung, sind verändert.
- Unterschiedliche Trainingsumfänge und -intensitäten bewirken einen schwankenden Bedarf an essentiellen Aminosäuren. Aminosäurenpräparate sind deshalb schon aus logischen Gründen entweder über- oder unterdosiert. Eine genaue Bedarfsdeckung wäre ein Zufallstreffer. Zur Ermittlung des genauen Bedarfes zum Ersatz „verlorenengegangener“ Aminosäuren müßten aufwendige Meßinstrumente der Leistungsdiagnostik zum Einsatz kommen (Veränderungen des Spiegels der Plasmaproteine, Kreatinin-Konzentrationen, Harnstoffmengen ...).
- Es muß noch mal betont werden, daß noch nicht bewiesen ist, ob und bei welchen Mengen und in welchen Kombinationen die zugeführten Aminosäuren eine HGH-Ausschüttung (s.u.) provozieren (s.o.). Die hier empfohlenen Dosierungen sind entweder Angaben der Hersteller oder Einzelaussagen in einer kontroversen Forschungslage.

2.5.3. Dosierungen, Kombinationen und sonstige Anwendungshinweise

Hier sollen die wichtigsten Aminosäuren, die verkauft werden, vorgestellt werden. Bei den von den Herstellern empfohlenen Gaben fällt sofort aus, daß sie höher ausfallen als die gesetzlich zulässigen Höchstmengen, die für Nahrungsergänzungsmittel angegeben werden (siehe Anhang).

- **Arginin / Ornithin:**
Die bekannteste und verbreitetste Kombination von Aminosäuren. Die Dosierungsangaben liegen bei 2-3g Arginin, kombiniert mit 1,2g Ornithin. In der medizinischen Fachliteratur seien nach Arndt (1996, 83) Einzelgaben von 60g Arginin, bzw. bei längerfristiger Einnahme bis zu 30g Arginin pro Tag beschrieben. Schon eine Dosis von 3g Arginin oder von Arginin und Ornithin im Verhältnis 2g:1g soll einen deutlichen Anstieg der HGH-Konzentration bewirken (Arndt 1996, 82). Diese niedrigen Zufuhren seien aber nur dann HGH-stimulierend, wenn gleichzeitig keine anderen störenden Aminosäuren zugeführt werden (s.u.) und sich keine Aminosäuren von der letzten Mahlzeit noch im Verdauungstrakt befinden (Das Problem besteht jedoch darin, daß die Verweildauer mancher eiweiß- und fettreicher Lebensmittel im Verdauungstrakt bis zu 9h betragen kann).

- **Arginin/Ornithin/Lysin:**

Die Kombination mit Lysin soll die Wirksamkeit von Arginin/Ornithin erhöhen. Dieses konkurriert mit Arginin um das gleiche Transportsystem an den Zellmembranen. Dadurch soll Arginin länger im Blut bleiben und höhere Blutkonzentrationen bewirken: Sich im Blut befindendes Arginin wird (noch) nicht weitertransportiert, aber aus dem Verdauungstrakt wird weiteres aufgenommen. Die Hypophyse soll dadurch stärker zur HGH-Ausschüttung angeregt werden.

Lysin sollte in größeren oder gleichen Mengen wie Arginin aufgenommen werden. Eine mögliche Dosierung ist sind 1200mg Lysin / 1200mg Arginin / 900mg Ornithin.

Williams (1997, 207) sagt sowohl für Arginin, Ornithin, Lysin als auch deren Kombination miteinander keine begünstigende Wirkung voraus: Bei Infusion dieser Aminosäuren sei ein Effekt auf die HGH-Ausschüttung zwar nachweisbar, doch in den oralen Gaben sind diese entweder nicht vorhanden oder nur sehr gering ausgeprägt.

Williams führt an, daß Studien über die Effekte dieser drei Aminosäuren zwar einige Ergebnisse in Richtung Muskelaufbau und Reduktion des Körperfettanteils hatten, diese hätten aber methodische Schwächen, so daß ihre Ergebnisse nicht überzubewerten sind.

- **Tryptophan:**

Tryptophan soll über die Produktion des Neurotransmitters Serotonin die Ausschüttung von HGH erhöhen. Eine direkt leistungssteigernde Wirkung von Tryptophan soll dadurch bedingt sein, daß die freigesetzten Neurotransmitter die Schmerztoleranzgrenze während intensiver Belastungen hinaufsetzen und Anwender dadurch intensiver trainieren und sich intensiver ausbelasten konnten.

Einige Befunde sagen aus, daß 1200mg Tryptophan, innerhalb von 24h in Dosen von 300mg eingenommen, beim Laufen auf einem Laufband bis zur Erschöpfung mit einer Belastungsintensität von 80% der VO₂max die Dauer bis zur Erschöpfung verlängerte und die Scores für die subjektiv wahrgenommene Anstrengung (RPE-Skala) reduzierte (vgl. Brouns, 1993, 117).

Andere Studien wiederum sprechen davon, daß Tryptophan zur Entstehung von Müdigkeit beiträgt, die Stimmung dämpft und die RPE-Werte aus diesem Grunde geringer ausfallen. Damit würde aber ein gegenteiliger Effekt entstehen. Es herrscht also eine kontroverse Situation.

Brouns (ebenda) stellt fest, daß wegen nur geringer Belege der Wirksamkeit keine abschließende Bewertung von Tryptophan möglich sei.

Williams (1997, 209) sieht Tryptophan sogar eher als leistungshemmend an, da nach ihm vorliegenden Untersuchungen es anscheinend die Glykoneogenese blockiert.

In dieser widersprüchlichen Faktenlage empfehlen nahezu alle uns zugänglichen Hersteller, Tryptophan (wird oft mit Ornithin kombiniert) vor dem Zubettgehen einzunehmen. Dosierungsempfehlungen liegen bei 3g L-Ornithin / 3g L-Tryptophan.

- **Glycin:**

Bei den auf Produkten empfohlenen 4g Glycin pro Tag gibt es Studien, die nachweisen wollen, daß der HGH-Spiegel ansteigt

In einer Reihe von mehr als 50 Jahren alten Studien, die aus heutiger Sicht methodisch nicht haltbar sind, wurde ein positiver Effekt der Gelatine - die zu 25% aus Glycin besteht - auf die Muskelmasse vorgefunden. In neueren Untersuchungen konnte nach Williams (1997, 212) auch bei hohen Glycin-Dosierungen kein leistungssteigernder Effekt beobachtet werden.

Anmerkung der Referatsgruppe:

Weitere, nicht so weit verbreitete Aminosäurenkombinationen und Kombinationen / Dosierungen von Abweichungen, wie Argininpyroglutamat, Ornithin-Alpha-Ketoglutamat, usw., sollen hier wegen der immer weiter ausufernden Differenzierung und der zunehmenden Komplexität nicht mehr besprochen werden.

Vereinzelte und langfristige Einnahmen

Es wird unterschieden zwischen der einmaligen Gabe und der längerfristigen Einnahme, z.B. in einem Trainingszyklus:

Vereinzelte Einnahme: Erfolgt unmittelbar nach intensiven körperlichen Belastungen, wenn es zu einem Abbau von eingebauten Protein zugunsten der Glukoneogenese kommt oder wenn der Aminosäurenpool gestört wird. Die Regeneration nach Belastungsende wird verbessert, die Proteinsynthese setzt schneller wieder ein.

Langzeiteinnahme: Im Rahmen einer mehrtägigen bis mehrwöchigen Trainingsphase werden Proteinsupplemente systematisch als trainingsunterstützende Mittel eingesetzt.

Bei Aminosäuren wird dabei folgendes empfohlen:

Die längerfristige Zufuhr hochdosierter Aminosäuren sollte mit geringen Dosen begonnen und allmählich gesteigert werden. Eine Gewöhnung des Körpers an die verwendeten Dosierungen sei zu vermeiden, da ansonsten evtl. die Reaktion auf die Aminosäuresupplementation immer schwächer würde. Deshalb sei es ratsam, die Aminosäuren oder Aminosäurenkonzentrationen in Zyklen, auch Kuren genannt, einzunehmen: Fünf Tage Einnahme, zwei Tage aussetzen, oder: drei Wochen Einnahme, eine Woche aussetzen sind gängige in der Praxis zu beobachtende Zyklen.

Die Nebenwirkungen langfristiger Einnahme werden nur selten erwähnt (s.u.).

2.6.4. Produkte aus Hydrolysaten von Aminosäuren

Auf dem Markt werden ebenfalls Produkte angeboten, die aus Aminosäurehydrolysaten bestehen. Aminosäurehydrolysate sind bereits in Peptide und freie Aminosäuren zerlegte - also hydrolysierte - Proteine.

Diese sollen folgende Vorteile bieten:

- Eiweißhydrolysate lassen sich leicht in hoher Konzentration in Flüssigkeiten lösen.
- Eiweißhydrolysate sind billiger als reine, kristalline Aminosäuren
- Da Hydrolysate ohne nennenswerten Verdauungszeitverlust (angeblich sehr schnelle Resorption im Darm) zu Körpergewebe aufgebaut würden, könnten sie insbesondere dann eingesetzt werden, wenn ein Aminosäuremangel, der die Proteinsynthese verzögert, schnell behoben werden soll. Würde anstelle des Hydrolysates an dieser Stelle ein Protein zugeführt, so würde es nach Herstellerangaben zu lange dauern, bis das Protein in Aminosäuren und Peptide zerlegt wäre und zum Aufbau zur Verfügung stünde.

Hydrolysate sollen z.B. morgens nach dem Aufstehen (da nachts kein Protein zugeführt wird) oder vor / nach dem Training (das einen gesteigerten Aminosäurebedarf mit sich bringt) zugeführt werden.

Aminosäurehydrolysate sind eigentlich nichts anderes als außerhalb des Körpers "vorverdautes" Protein. Deshalb ist die Qualität der Hydrolysate bestenfalls so gut wie des zugrundeliegenden Eiweißes: Je höher die biologische Wertigkeit der zur Hydrolyse verwendeten Ausgangsstoffe ist, um so besser kann der Organismus das erzeugte Hydrolysat verwerten.

⇒ *Bei Gelatinehydrolysaten, einem häufigen auf dem freien Markt erwerblichen Hydrolysat, ist die biologische Wertigkeit sehr gering (mehr zu Gelatine: s.u.). Deshalb kommt es zu der Situation, daß das Produkt zwar sehr schnell aufgenommen werden kann, es aber wegen der geringen biologischen Wertigkeit nur eine geringe Verwertbarkeit hat. Somit ist Gelatinehydrolysat kein geeignetes Supplement.*

Die Art der Hydrolyse ist zu beachten: Wenn überhaupt, dann sollten Produkte verwendet werden, die durch eine **Säurehydrolyse** hergestellt wurden:

- *Produkte, die durch Basen entstanden sind, sollten gemieden werden: Teilweise werden Aminosäuren dadurch in die ungünstigere D-Form überführt, teilweise werden sie zerstört. Bei der Säurehydrolyse*

bleibt die L-Form der Aminosäuren enthalten, doch auch hier werden schwefelhaltige Aminosäure oxidiert, andere zerstört (Cystein und Tryptophan). Keines der beiden Verfahren liefert völlig gleiche Resultate wie die Proteinverdauung im Körper, die Säurehydrolyse ist aber schonender und damit besser als die Basenhydrolyse.

2.6.5. Einsatz von Aminosäuren zur erhöhten Ausschüttung des Wachstumshormons

Einer der wichtigsten Faktoren für die Proteinsynthese, -erhalt, usw. im Organismus ist die Menge des ausgeschütteten Wachstumshormons (im folgenden nur noch HGH - human growth hormone - genannt). Die ausgeschüttete HGH-Menge ist für alle Sportler interessant, deren Sportarten intensive körperliche Beanspruchungen beinhalten, hohe Trainingsumfänge haben oder die auf ein hohes Maß an Kräfteerhaltung, Kraftsteigerung und Muskelmasse ausgerichtet sind.

Folgende Vorteile werden einer erhöhten HGH-Ausschüttung zugeschrieben:

- Verstärkte Proteinsynthese durch höhere Konzentration von Aminosäuren in den Muskelzellen, provoziert durch verbesserten Transport durch die Zellmembranen
- Gesteigerte Proteinsynthese durch die Ribosomen
- Beschleunigung der Proteinsynthese durch verstärkte Bildung von RNS (Ribonukleinsäure)
- Verringerter Proteinabbau während sportlicher Belastungen, da freie Fettsäuren aus den körpereigenen Fettdepots verstärkt mobilisiert werden. Die Glukoneogenese startet später und läuft nicht ganz so intensiv ab
- Positiver Einfluß auf das Immunsystem, da die Thymusdrüse stimuliert wird, die für die Produktion der T-Zellen verantwortlich ist

Viele Hersteller von Eiweißsupplementen beschreiben den Effekt, daß es durch eine hochdosierte Zuführung ausgewählter Aminosäuren ihrer Marke zu einer Beeinflussung der HGH-Ausschüttung kommen kann.

Demgegenüber stehen Aussagen (vgl. Brouns 1993, Hamm 1996, Williams 1997) die ausdrücklich betonen, daß Aminosäuren nicht in der Lage seien, die Wachstumshormonwerte über den normalen physiologischen Wert hinaus zu erhöhen.

Williams (1997, 207) stellt fest, daß nach neueren Untersuchungen beliebige Aminosäurenkombinationen aus Arginin, Ornithin, Lysin, Tryptophan, Tyrosin keinen Anstieg in den HGH-Sekretionen bewirken. Für ihn liefern die heute vorliegenden, methodisch einwandfrei ermittelten Daten keine „... ausreichende Begründung für die Einnahme leistungssteigernder Effekte [...] über eine vermehrte Sekretion von HGH in den Bereichen Kraft und Schnellkraft. Zusätzlich warnt er davor (1997, 208), daß Nebenwirkungen von langfristigen hohen Amnosäurengaben kaum untersucht sind (siehe 3.6. Nebenwirkungen).

Hersteller schreiben folgenden Aminosäuren diesen Effekt zu:

▪ Arginin	▪ Phenylalanin
▪ Cystein	▪ Lysin
▪ Glycin	▪ Tryptophan
▪ Histidin	▪ Tyrosin
	▪ Arginin

Produkte, die tatsächlich die HGH-Ausschüttung verändern könnten, befinden sich an der Grenze zwischen Lebensmittel, Arzneimittel und Dopingmittel. Sie werden jedoch in den meisten EU-Staaten als Nahrungsergänzungen angesehen.

Kreislauf-Hirn-Barriere und Trägersubstanzen

Um eine stimulierende Wirkung zu erzielen, müssen die Aminosäuren in ausreichender Menge durch die Kreislauf-Hirn-Barriere ins Gehirn gelangen. Die Aminosäuren können diese Barriere mit Hilfe bestimmter Trägersubstanzen überwinden und so die für sie typischen Reaktionsabläufe in Gang setzen (vgl. Arndt 1996, 88f.) Die Anzahl dieser Träger ist aber begrenzt und sie sind nur auf eine bestimmte Gruppe von Aminosäuren spezialisiert. Die Aminosäuren dieser einzelnen Gruppen machen sich diese gruppenspezifischen Trägersubstanzen gegenseitig streitig.

Um die Ausschüttung von Wachstumshormonen zu provozieren, sollten Aminosäuren derselben Gruppe der untenstehenden Tabelle nicht zusammen eingenommen werden. So könnte angeblich die größtmögliche Einzelwirkung einer Aminosäure erzielt werden:

Aminosäuren, geordnet nach Trägersubstanzen	
Säuren	Glutaminsäure Asparaginsäure
Basen	Arginin Ornithin Lysin
Große Neutrale	Tryptophan Phenylalanin Tyrosin Methionin Histidin Isoleucin Leucin Valin
Kleine Neutrale	Asparagin Glutamin Prolin Serin
Nicht zugeordnet	Alanin Glycin Cystein Taurin

Quelle: Arndt 1996, S.89

Zufuhrempfehlungen

Laut aller Herstellerangaben empfiehlt sich die Einnahme HGH-stimulierender Aminosäuren dann, wenn der Körper ohnehin viel HGH ausschüttet:

- morgens
- vor dem Zubettgehen
- nicht in Verbindung mit Milchprodukten, sondern mit Wasser (das in Milchprodukten enthaltene Calcium bindet die Aminosäuren an sich und beeinträchtigt so ihre Resorption)
- nicht in Verbindung mit einfachen Zuckern; ein erhöhter Blutzuckerspiegel behindert den HGH-Ausstoß (also keine Süßigkeiten). Besser sind Obst oder kohlenhydratreiche Mahlzeiten
- mit mindestens 3h Abstand von anderem Protein wegen der Konkurrenz um die Trägersubstanz (s.o.) einnehmen

2.7. Nebenwirkungen zu hoher Proteindosierungen

Bei sinnvoller Anwendung von Proteinsupplementen sollen unerwünschte Effekte praktisch ausgeschlossen sein. Doch an dieser Stelle ist Vorsicht geboten:

1. Langzeitstudien zur Veränderungen des Eiweißstoffwechsels von Sportlern durch Supplemente liegen nicht vor.
2. Herstellerfirmen werden keine zweifelnden Aussagen zu ihren eigenen Produkten machen.
3. Der direkte Bezug von negativen Erscheinungen auf den Konsum von zu hoher Dosen von Proteinsupplementen fällt wegen der ansonsten hineinspielenden Faktoren sehr schwer. Meist liegen nur empirische Befunde vor, die wegen mangelnder Operationalisierbarkeit nach wissenschaftlichen Maßstäben nicht „wasserdicht“ aussagekräftig sind. Dennoch sollte gerade den Erfahrungsberichten sehr viel Aufmerksamkeit geschenkt werden.
Dazu ein Beispiel:
Fast jeder Kraftsportler, der Proteinpulver-Produkte regelmäßig und damit als trainingsunterstützendes Mittel zu sich führt, berichtet über das verstärkte Auftreten von Pickeln in Gesichts- und Schultergürtelbereich. In Publikationen ist von diesem häufigen, wenn auch kleinen, Phänomen kaum etwas zu lesen.
4. Da Aminosäurepräparate zur gezielten Beeinflussung des Hormonhaushaltes eingesetzt werden, kann auch davon ausgegangen werden, daß dieser dadurch verändert wird. Ein funktionierender Regelkreis wird von außen durchbrochen und verändert. Diese Auswirkungen werden in der (der Referatsgruppe) zugänglichen Literatur sowie dem Internet als Quelle unendlich vieler empirischer Befunde kaum beschrieben.

Somit sind die vorliegenden Aussagen nur Anhaltspunkte für eventuell zu erwartende Nebenwirkungen.

Nach Arndt (1996, 76) haben Produkte mit einer Vielzahl freier Aminosäuren in „bilanzierter“ Mischung keine Nebenwirkungen. Die Beschreibung erfolgt aber recht undifferenziert, da nach unserer Meinung die grundlegende Unterscheidung zwischen einem einfachen Proteinpulver und den konzentriertem hohen Einzeldosen von freien Aminosäuren getroffen werden muß.

Vermeidung von Nebenwirkungen durch die richtige Markenauswahl

Wenn schon Aminosäureprodukten mit wenigen einzelnen Aminosäuren in hohen Dosierungen eingenommen werden (obwohl ein tatsächlicher Effekt wohl eher nicht zu erwarten ist) kommt es nach Aussage aller Quellen auf die Qualität und die richtige Mischung an:

Der Konsument sollte nach Möglichkeit die Produkte großer namhafter und deutscher Firmen anderen „no name“ -Produkten vorziehen. Insbesondere Produkte kurzlebiger Firmen, die angeblich „original USA Aminos“ sind, sollte nur der erfahrene Anwender verwenden, der die enthaltenen Mischungen selbst beurteilen kann. Dasselbe gilt für ausländische Produkte, die zwar legal, aber ohne deutsche Kontrolle vom Ausland aus versandt werden oder in Deutschland „unter der Theke“ gehandelt werden.

Bei Produkten aus dem Inland sind zu hohe Dosierungen wegen des sonstigen Verstoßes gegen das Lebensmittelrecht fast ausgeschlossen. Deshalb bestellen sich besonders Kraftsportler die Präparate aus dem Ausland, die dann über den Postweg direkt nach Hause geliefert werden. Das Internet ist Ohierbei eine sehr wichtige Kommunikations- und Werbepattform.

Aminosäureprodukte ohne Anwendungshinweise sind abzulehnen: Hier scheut der Hersteller verbindliche Aussagen!

Im Anhang befindet sich die Version des aktuellen Lebensmittelrechts, in der die aus gesundheitlicher Sichtweise unbedenkliche Tageshöchstmenge an Aminosäuren dargestellt werden. Die Referatsgruppe kann keine Aussagen über das Zustandekommen der dortigen Werte treffen, eines steht aber fest:

Es kann wahrscheinlich zu unerwünschten Nebenwirkungen kommen, wenn die gesetzlichen Grenzen der Aminosäurezusätze für längere Zeiträume überschritten werden.

Folgende negative Auswirkungen von Aminosäurendosierungen werden beschrieben:

- Entstehung eines Aminosäurenungleichgewichts zwischen den Aminosäuren im Blut und denen in den Zellen. Dieses kann entstehen, wenn der Organismus, und vor allem die Leber, nicht mehr in der Lage sind, eine einseitige Aminosäurezufuhr durch den Umbau in andere Aminosäuren auszugleichen. Solche Zustände treten vor allem bei essentiellen Aminosäuren auf, da sie relativ langsam abgebaut werden. Die Folgen sind in der Regel eine Verschlechterung der Proteinsynthese und in extremen Fällen eine Veränderung des Aminosäurenstoffwechsels im Gehirn, was sich in Müdigkeit oder Kopfschmerzen äußert.
- Williams (1997, 206) sagt, daß durch langfristige die Zuführung ausgewählter Aminosäuren in hohen Dosierungen ein Ungleichgewicht entstehen kann, da andere Aminosäuren in ihrer Resorption gehemmt werden. Näheres führt aber auch er nicht dazu an.
- Bei den Aminosäuren Threonin, Serin und Glycin kann eine hochdosierte Zufuhr zum Anstieg der Ammoniakkonzentration im Blut und dadurch zur Ermüdung führen. Bilanzierte Aminosäurengemische für Sportler enthalten aber meist so geringe Mengen der genannten Aminosäuren, daß keine Leistungsminderung eintritt.
- Jede zu stark erhöhte Zufuhr an Eiweiß und Aminosäuren führt zu einem Anstieg der Harnstoffproduktion. Personen mit eingeschränkter Nierenfunktion sollten hohe Eiweißzufuhren vermeiden!
- Die schwefelhaltigen Aminosäuren Methionin und Cystein werden unter Bildung von Schwefelsäure und ihren Salzen abgebaut. Es entsteht Säure im Körper, die von den Nieren ausgeschieden werden muß. Der Sportler sollte daher die Zufuhr dieser Aminosäuren durch eine obst- und gemüsereiche (und damit meist basenbildende) Ernährung kompensieren.
- Manche Aminosäuren haben eine harntreibende Wirkung, wenn die eingenommene Dosis mehrere Gramm beträgt: Arginin ist für diese Wirkung bekannt. Da Argininpräparate meist unmittelbar nach einer intensiven Belastung eingenommen werden, hat dieser Effekt die positive Seite einer schnelleren Ausscheidung von entstandenen Abbauprodukten durch die intensive körperliche Belastung. Bei einer vorgeschädigten Niere kann die Erhöhung der durch Arginin provozierten Filtrationsrate unerwünscht sein, weshalb Nierenkranke auf argininreiche Aminosäuresupplemente verzichten sollten. Die harntreibende Wirkung von Arginin kann durch Lysin verstärkt und durch Alanin / Glycin gemindert werden. Deshalb haben Argininpräparate heute meist einen geringen Lysinanteil und einen höheren Alanin- oder Glycinanteil.
- „China-Restaurant-Phänomen“: In diesem Fall führt Glutaminsäure zu Brechreiz, Schwindel, Kopfschmerzen, usw.. Tritt meist bei Unterversorgung mit Vitamin B6 auf. Wegen der sehr begrenzten Aufnahmefähigkeit der Muskelzellen für Glutaminsäure sind im Sportbereich Präparate mit nebeneffekthaltigen Glutaminsäuregehalt nicht im Handel (Arndt 1996, 71).
- Tryptophan als Vorläufer des Serotonins wird in den USA gezielt als „*Night formula*“ angeboten, die das Einschlafen erleichtern sollen. Im Gegensatz dazu werden die Aminosäuren Tyrosin und Phenylalanin gezielt als Muntermacher eingesetzt. Der Einsatz dieser verhaltensändernden Aminosäuren ist zu hinterfragen, ein dauerhafter Einsatz ist zu vermeiden!
- Nielsen (in Astrand / Shepard 1993, 288) führt an, daß einige Studien bei langfristiger, deutlich überhöhter Eiweißernährung ein gehäuftes Auftreten von Krebs- und Nierenerkrankungen vorfanden.

3. Verwendete Literatur

- Arndt, K.: „Leistungssteigerung durch Aminosäuren“, Novagenics-Verlag 1996 (ohne ISBN)
- Baron, D.K.: „Optimale Ernährung des Sportlers“, Hamburg 1986
- Brouns, F.: „Die Ernährungsbedürfnisse von Sportlern“, Springer-Verlag 1993 (ISBN 3-540-57245-7)
- Buselmaier, W. (Hrsg.): „Biologie“, Bechtermünz-Verlag 1997 (ISBN 3-86047-253-4)
- de Marées, H.: Sportphysiologie, 8. Auflage, Köln 1996
- Geiß, K.-R./ Hamm, M.: „Handbuch Sportlerernährung“, Reinbek bei Hamburg 1996 (ISBN 9-783499-186721)
- Hamm, M. „Fitneßernährung“, Reinbek bei Hamburg 1990 ISBN 3-499-18648-9
- Jung, K. „Sport und Ernährung . Leistungssteigerung durch Alternativernährung“, Aachen 1994 ISBN 3-89124-004-X
- Konopka, P. : „Sporternährung“, 7. Auflage, BLV 1998 ISBN 3-405-15565-7
- Kurz, D. / Mester, J.: „Doping im Sport“, Köln 1997
- Lemberger, H.: Skript zur Vorlesung „Ernährungslehre“, Uni Hamburg, 2000
- Lorenz, R.: „Wirkungen akuter physischer Belastungen auf den Proteinstoffwechsel“, in: Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 41 (1990), S.392 ff.
- Mader, A.: „Aktive Belastungsadaptation und Regulation der Proteinsynthese auf zellulärer Ebene“, in: Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 41 (1990), S.40-57
- Newsholme, E. u.a.: „Biochemische Ursachen für Ermüdung und Übertraining“ in: Astrand, P.O. /Shepard R.J. : Ausdauer im Sport, Deutscher Ärzte-Verlag 1993
- Nielsen, B. „Die Bedeutung der Ernährung vor, während und nach Ausdauerbelastungen“, in: Astrand, P.O./Shepard R.J. : Ausdauer im Sport, Deutscher Ärzte-Verlag 1993
- Schlieper, C.A.: „Grundfragen der Ernährung“, Handwerk und Technik, Hamburg 1992 (ISBN 3-582-04475-0)
- Williams, M.H.: „Ernährung, Fitneß und Sport“, Berlin/Wiesbaden 1997
- Ziegler, R.: „Mikro-Nährstoffpräparate im Sport“, in: Sport und Medizin 8 (1996), Nr.3, S. 252ff.