



universität
wien

Diplomarbeit

Titel der Diplomarbeit

Einsatz nicht hormoneller anabol wirksamer
Substanzen in Abhängigkeit ihrer chronobiologischen
Wirksamkeit

Verfasser

Jürgen Brandstötter

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. Rer. nat.)

Wien, im Oktober 2008

Studienkennzahl lt. Studienblatt: 481/295

Studienrichtung lt. Studienblatt: Sportwissenschaften (Stzw) Gewählte Fächer statt

2.Studienrichtung

Betreuer: Univ. Prof. Dr. med. Norbert Bachl

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	5
2	Grundlagen	7
2.1	Aufbau und Wachstum der Muskulatur	7
2.2	Begriff chronobiologisch	8
2.2.1	Tagesstruktur	9
2.2.2	Zeitlich abgestimmte Nahrungszufuhr	10
2.3	Energiebereitstellung und -versorgung der Muskeln	10
2.4	Hormone	15
2.5	Katabole Stoffwechsellage	18
2.5.1	Katecholamine	18
2.5.2	Glukagon	19
2.5.3	Cortisol	19
2.6	Anabole Stoffwechsellage	20
2.6.1	Wachstumshormon (Somatropin)	21
2.6.2	Insulin	22
2.6.3	Insulin-like Growth Factor-1 (IGF-1)	23
2.6.4	Schilddrüsenhormone	23
2.6.5	Testosteron	24
3	Körpereigene Wirkstoffe und Stoffwechselprodukte	25
3.1	ATP-Präparate	25
3.2	Kreatinmonohydrat	26
3.2.1	Einsatz und Dosierung	28
4	Hauptnährstoffe	30
4.1	Kohlenhydrate	32
4.1.1	Einteilung	33
4.1.2	Einsatz und Dosierung	34
4.2	Proteine	35
4.2.1	Lactalbumin	36
4.2.2	Casein	37
4.2.3	Sojaprotein	38
4.2.4	Eiprotein	39
4.2.5	Einsatz und Dosierung	41
4.3	Weight Gain Konzentrate	42
4.3.1	Einsatz und Dosierung	43
5	Aminosäuren	45
5.1	Einsatz und Dosierung	48
5.2	Glutamin	51
5.2.1	Einsatz und Dosierung	52
5.3	BCAA	54
5.4	Ornithin-Alpha-Ketoglutarat (OKG)	56

Einsatz nicht hormoneller anaboler wirksamer Substanzen
in Abhängigkeit ihrer chronobiologischen Wirksamkeit

5.4.1	Einsatz und Dosierung	56
5.5	Gamma-Amino-Butter-Säure (GABA).....	57
5.5.1	Einsatz und Dosierung	58
6	Fettsäuren.....	59
6.1	Konjugierte Linolsäure (CLA).....	59
6.1.1	Einsatz und Dosierung	60
7	Pflanzliche Stoffe mit steroidähnlicher Wirkung.....	61
7.1	Tribulus terrestris	61
7.1.1	Einsatz und Dosierung	62
8	Erwähnenswerte Substanzen.....	63
8.1	Beta-Hydroxy-Beta Methylbutyrat (HMB)	63
8.2	ZMA.....	64
9	Favoriten und Einsatzempfehlungen.....	65
9.1	Kraftgewinn	65
9.2	Masseaufbau	66
9.3	Diätphase	66
9.4	Regeneration	67
10	Zusammenfassung	68
11	Literaturverzeichnis	70
12	Anhang.....	76
a.	Eidesstaatliche Erklärung.....	76
b.	Abbildungsverzeichnis	77
c.	Tabellenverzeichnis	78
d.	Lebenslauf	80
e.	Abstract	82

Danksagung

Ich möchte mich bei meiner ganzen Familie und für die Unterstützung während meines Studiums bedanken, sowie bei meinen Freunden und Studienkollegen die mir immer mit Rat und Tat zur Seite gestanden sind.

Ebenfalls möchte ich mich, bei Univ. Prof. Dr. med. Norbert Bachl für die gute Betreuung während meiner Diplomarbeit, bedanken.

1 Einleitung

In vielen Zeitschriften, Büchern und im Internet werden Nahrungsergänzungen zur Verbesserung der Leistungsfähigkeit propagiert. Vielen Substanzen werden anabole (aufbauende) Wirkungsweisen zugeschrieben, die besonders im Kraftsport, Bodybuilding und Bodyshaping zu einer Leistungssteigerung und einem Muskelzuwachs führen sollen.

Es ist unumstritten, dass eine zielgerichtete Ernährung und infolgedessen die zusätzliche Zufuhr von Substanzen, die bei körperlicher Belastung vermehrt benötigt werden, die Leistungsbereitschaft wieder früher herstellt und darüber hinaus verbessern kann.

Um diesen gewünschten Effekt zu erzielen ist ein intensives sportliches Training die Grundvoraussetzung. Um die gewünschten Erfolge mit dem Training zu erreichen, muss eine Optimierung des Stoffwechsels stattfinden. Dafür sind eine möglichst konstante anabole und anti-katabole Stoffwechsellage, sowie eine synergetische Wirkung von Hormonen und Nährstoffen erforderlich. Um ab einem gewissen Niveau der Sportler oder des Trainings einen zusätzlichen anabolen Erfolg zu erzielen, ist ein höheres Trainingspensum und dementsprechend eine vermehrte Aufnahme an wichtigen Nährstoffen und Energielieferanten, sowie eine höhere Hormonausschüttung notwendig. Um das zu gewerkstelligen wird bzw. muss in der Regel auf Nahrungsergänzung und ähnliche Hilfsmittel zurückgegriffen werden. Wie der Titel der Arbeit schon verrät, werden ausschließlich Substanzen, Mittel und Präparate mit einer anabolen Wirkung bzw. einer Unterstützung der anabolen Effekte behandelt. Untersucht und vorgestellt werden nur nicht hormonelle Mittel die nicht auf der Dopingliste auftauchen. Es wurden zahlreiche Zeitschriften aus dem Kraft und Körperleistungsbereich nach möglichen Substanzen durchsucht, welche für anabole Wirksamkeit in Frage kommen. Dabei traten zahlreiche Kombinationen von Stoffen auf, die in weiterer Folge durch wissenschaftliche Literatur und Studien in ihrer Wirkung zu bestätigen, oder als unwirksam zu erklären waren. In der Arbeit werden nur als wirksam bestätigte Präparate oder Substanzen die wirksam sein sollten, aber noch nicht definitiv bestätigt sind, angeführt.

Dazu muss folgendes berücksichtigt und überlegt werden:

- Grundlegendes Wissen über den Aufbau, die Funktion von Muskeln und vor allem wie es zu einem Wachstum kommt
- Die zu bereitstellende Energie für eine notwendige Leistungserbringung und die dazugehörigen Stoffwechselabläufe.
- Über zeitliche Abläufe der Energiebereitstellung, des Stoffwechsels und der Nährstoffverarbeitung, damit die Dosierung und zeitliche Verabreichung in Bezug auf die Aufnahme durch den Körper optimal und sinnvoll erfolgen kann.
- Substanzen, die auf die Leistungssteigerung und Leistungsbereitschaft zielen und somit zu einem erhöhten Kraftniveau führen, wobei im Regelfall mit einer Zunahme an Muskelmasse zu rechnen ist.
- Nahrungsergänzungen, die direkt im Muskel für Wachstum sorgen bzw. nach hartem Training die abbauenden Prozesse verhindern, damit andere Substanzen für den Aufbau sorgen können.
- Stoffe, die sich positiv auf die Ausschüttung der Hormone, die für den anabolen Effekt notwendig sind, auswirken.

2 Grundlagen

In den nachstehenden Kapiteln soll in einfacher Form grundlegendes Wissen über Prozesse, Abläufe und Funktionen im Körper vermittelt werden. Insbesondere werden Abläufe die stattfinden müssen um anabole Prozesse zu ermöglichen, näher beleuchtet. Dazu ist es ein gewisses Wissen über die Muskulatur, Energiebereitstellung und den Hormonhaushalt, wodurch es überhaupt zu einer Wachstumsförderung kommt, und was bei körperlichem Training passiert, von Nöten. Darauf aufbauend kann man sich dann Gedanken über die Unterstützung der einzelnen anabolen Prozess oder Leistungsprozesse mittels Zusatzpräparaten machen.

2.1 *Aufbau und Wachstum der Muskulatur*

Wenn wir in dieser Arbeit von Muskulatur sprechen, ist die Rede von der Skelettmuskulatur, welche für die Ausführung von Bewegungen und die Stabilität des passiven Bewegungsapparates (Knochen) mitverantwortlich ist. Muskeln bestehen aus Muskelfasern, die sich wiederum aus Muskelzellen zusammensetzen. Muskelprotein ist mitunter ein Baustoff dieser Muskelzellen. Die Muskulatur kann durch ein gezieltes Training so gefordert werden, dass es zu einem Anpassungsprozess kommt und die Muskulatur mit Hypertrophie (Muskelquerschnittwachstum) reagiert. Dieser Wachstumsreiz hat eine Proteineinlagerung zur Folge. Daraus lässt sich schließen, dass durch geeignete Ernährung bzw. Substitution mit Proteinen dieser Prozess unterstützt werden kann und genauso eine Unterversorgung zu einem Abbau bzw. Nichtanpassung führt. Die Ernährung und die Trainingsreize müssen mit den Anpassungsprozessen abgestimmt werden, damit eine tatsächliche Leistungssteigerung und Muskelwachstum eintreten kann. Durch das Training kommt es zu einem vorübergehenden Abfall der Leistungsfähigkeit und einem darauf folgenden Wiederherstellungsprozess, der über das Ausgangsniveau ansteigt. Dieser Prozess wird Superkompensation Abbildung1 genannt. Durch geeignete Trainingsintervalle und Unterstützung durch richtige Ernährung bzw. Nahrungsergänzung kann es zu Muskelwachstum sprich anabolen Prozessen kommen.

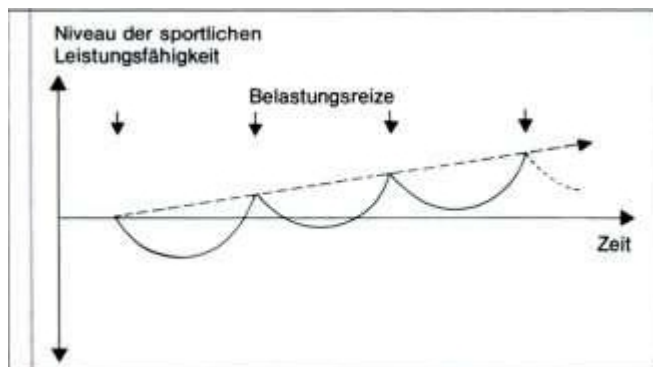
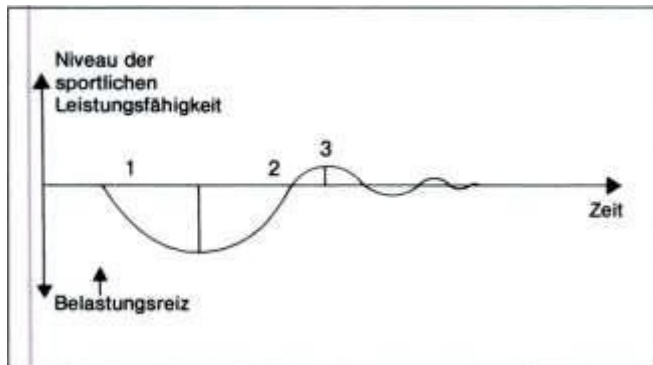


Abbildung 1: Superkompensation (3) und richtige Belastungsreize (Weineck J. 2002)

2.2 Begriff chronobiologisch

Der Begriff chronobiologisch hat in der Trainingswissenschaft und Ernährung zwei wichtige Bereiche. Zum einen geht es um die Tagesstruktur, der Körper und Geist unterliegen, zum anderen gibt es zeitliche Abläufe für Wirkung und Absorption von Hormonen und die Energiebereitstellung. Diese Tagesabläufe müssen bei Trainingsgestaltung, Ernährung und für unterstützende Maßnahmen bekannt sein. Unterschiede in der Trainingssituation und den dementsprechend dazugehörigen biologischen Abläufen wirken sich auf die Einnahme und Wirksamkeit der zusätzlich verabreichten Substanzen aus.

2.2.1 Tagesstruktur

Körper und Geist sind über den ganzen Tag hin nicht gleich leistungsfähig. Das Kurzzeitgedächtnis ist morgens am leistungsfähigsten, am frühen Nachmittag allerdings arbeitet das Langzeitgedächtnis besser. Für komplizierte Aufgaben ist der Vormittag die bessere Zeit. Am späten Nachmittag sind üblicherweise die Muskelkraft, Ausdauerfähigkeit und die Herz-Kreislaufleistung in Hochform. Abbildung 2 zeigt eine grundlegende Darstellung der Leistungsfähigkeit im Verlaufe eines Tages. Doch die Menschen haben auch chronobiologisch ihre eigenen individuellen Rhythmen. Somit gibt es ausgeprägte Nachtmenschen, die erst ins Bett gehen, wenn ausgeprägte Frühaufsteher schon wieder aufwachen. Der Rhythmus bleibt gleich, jedoch finden bei diesen Menschen ihre Hochs und Tiefs zu dementsprechend verschobenen Zeiten statt.

Üblicherweise gilt der späte Nachmittag als günstigster Zeitpunkt fürs Training. Für Nachtmenschen kann dies auch der Abend sein und extreme Frühaufsteher trainieren am Vormittag besser.

Es kann auch ratsam sein, den Trainingszeitpunkt an die Tageszeit des Wettkampfs anzupassen. Auf keinen Fall sollte man aber direkt vor dem Schlafengehen trainieren, da dann das Einschlafen und der Schlafrhythmus gestört werden können (siehe auch Beitrag "Gesunder Schlaf – wichtiger Faktor der Regeneration").



Abbildung 2: Darstellung der tageszeitabhängigen Leistungsbereitschaft (Weineck J., 2004)

2.2.2 Zeitlich abgestimmte Nahrungszufuhr

Auf Grund der oben genannten unterschiedlichen Tagesstruktur und Aktivitätstypen entstehen individuelle Trainingszeiten. Dementsprechend werden auch der zeitliche Einsatz von Nahrungsergänzungen und die Energiezufuhr individuell zu gestalten sein. Prinzipiell kann man sagen, dass der Einsatz sämtlicher Ergänzungen mit den Trainings- und Regenerationszeiten abgestimmt werden muss. Des Weiteren sind die Arbeitszeit der beteiligten Hormone, die Halbwertszeit der Produkte und Umwandlungsdauer zum jeweiligen Verbrauchsstoff, entscheidende Faktoren für den Zeitpunkt der Gabe von Ergänzungen.

2.3 Energiebereitstellung und -versorgung der Muskeln

Um überhaupt eine anabole Wirkung erzielen und die Trainingsreize durchführen zu können, ist Energie, ein „Treibstoff“ notwendig. Das ist das so genannte ATP (Adenosintriphosphat), dass durch seine Spaltung in ADP (Adenosindiphosphat) die Muskelkontraktion ermöglicht.

In der Muskelzelle kann nur eine sehr geringe Menge an ATP gespeichert werden, weshalb diese notwendige chemische Energie regelmäßig mittels eines Stoffwechselprozesses erzeugt bzw. hergeholt werden, damit weiterhin Muskelkontraktionen möglich sind. Dies kann über verschiedene Stoffwechselwege und unter Einbindung verschiedener Nährstoffe stattfinden (Abbildung 3).

Einsatz nicht hormoneller anaboler wirksamer Substanzen in Abhängigkeit ihrer chronobiologischen Wirksamkeit

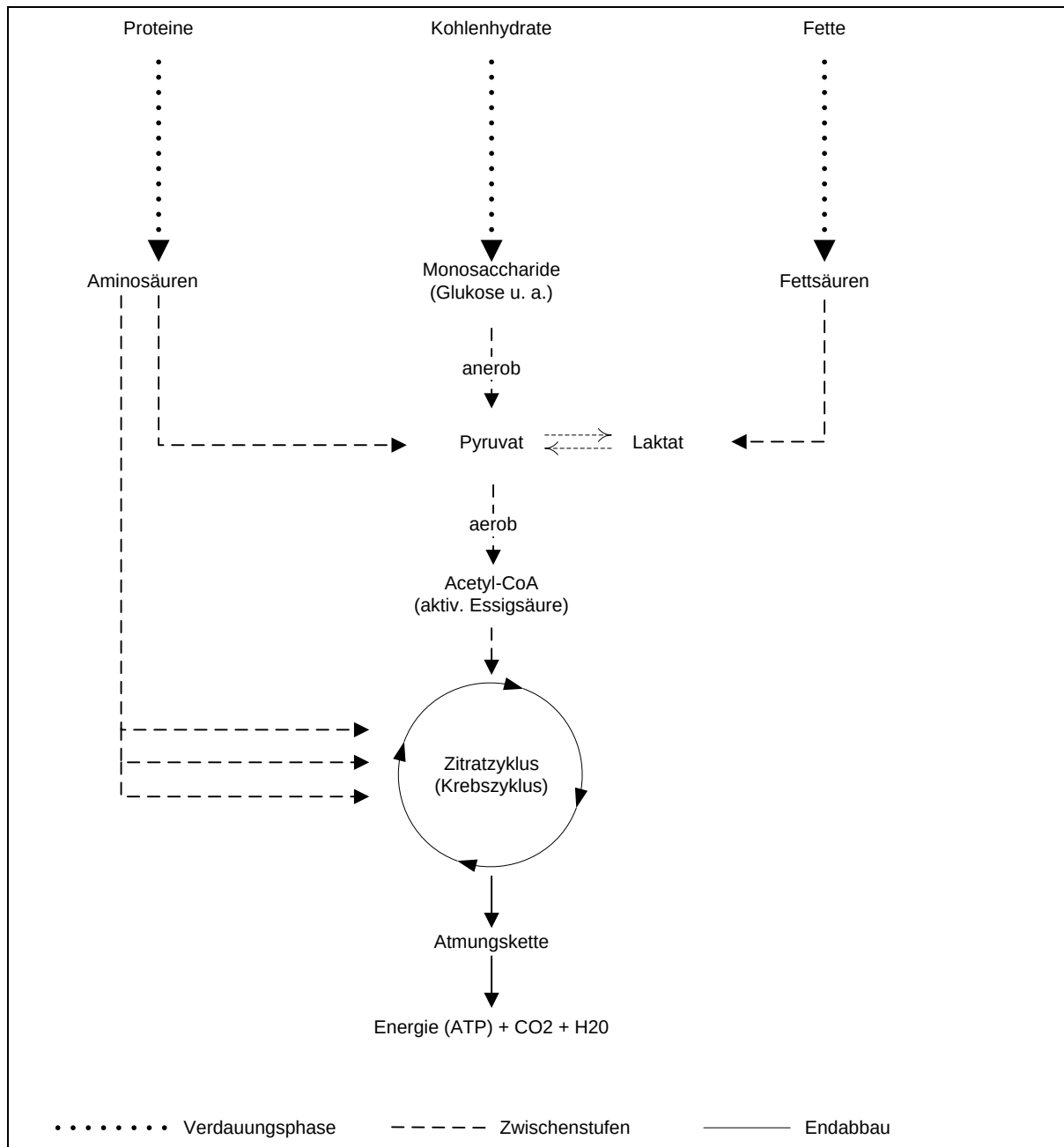
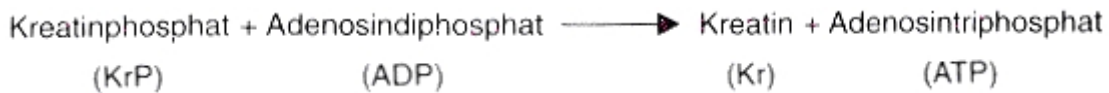


Abbildung 3: Stoffwechselwege der energieliefernden Nahrungsstoffe (Weineck J. 2002)

Neben der mechanischen Energie, die z.B. für Krafttraining erforderlich ist, wird bei Muskelarbeit auch noch Energie in Form von Wärme erzeugt. Interessant dabei ist, dass nur ungefähr ein Viertel der umgesetzten Energie als mechanische Energie für die Muskelarbeit zur Verfügung gestellt wird und ein Großteil des Energieumsatzes in Form von Wärme “verloren“ geht. Wird der Muskel wie eine Maschine betrachtet, so scheint sein Wirkungsgrad relativ gering zu sein (Dr. Moosburger, 1994).

Daneben gibt es noch ein “nutzvolles Phosphat“, das Kreatinphosphat, welches durch Aufspaltung sofort ATP aus ADP wieder regenerieren kann.



Jedoch ist auch dieser „Treibstoff“ nur in einer kleinen Menge im Körper vorhanden. Diese energiereichen Phosphate können als sofort verfügbare chemische Energie durch eine schnellstmögliche ATP-Bildung zwar eine sofortige körperliche Leistung ermöglichen, jedoch nur für einige wenige Sekunden. Demzufolge liegt es auf der Hand, dass es Energielieferanten mit größerer Kapazität zur ATP-Rückgewinnung geben muss. In diesem Zusammenhang kommen nun Kohlenhydrate und Fette zum Einsatz (Weineck J. 2004, S.84-89).

Kohlenhydrate sind als Glykogen (Glucose) in der Muskulatur und zu einem geringen Teil auch in der Leber (max. 100 Gramm) vorhanden und können dort gespeichert werden. In Anlehnung an den Trainingszustand und durch optimale Ernährung können sogar bis zu 500 Gramm Glykogen in die Muskelzellen gebettet werden (das entspricht in etwa 2000 kcal). Diese Energiequelle reicht für intensive Ausdauerbelastungen bis zu etwa eineinhalb Stunden. Der Vorgang der ATP-Resynthesierung durch Glykogen wird als Glykolyse bezeichnet und findet in den ungefähr ersten 45 Sekunden anaerob (ohne Sauerstoff) statt.



Danach setzt der aerobe (oxidative Verbrennung) Vorgang ein.



Den eindeutig größten Energiespeicher stellen die Fette dar, die nicht nur unter der Haut gespeichert sein können, sondern auch im Bauchraum um die inneren Organe. Bei schlanken Menschen beträgt die in den Fettdepots enthaltene Energie - sogar in der Skelettmuskulatur ist etwas Fett gespeichert – circa das 30- bis 50-fache in der Form von Glykogen gespeicherter Energie (bei dickeren Menschen mehr). Damit wären sogar stundenlange, ja selbst tagelange Ausdauerleistungen, geringer Intensität möglich. Sogar in Ruhe verbrennen wir unter Sauerstoffzufuhr in unserer Muskulatur so gut wie ausschließlich Fett bzw. Fettsäuren.



So gesehen ist Energie aus der Nahrung der grundlegende Treibstoff für die komplette Muskulatur. Es werden nicht nur für die mechanische Arbeitsleistung, sprich die Muskelkontraktionen, Energie liefernde Nährstoffe benötigt, sondern auch für die chemische Arbeit im Organismus. Damit sind die Aufbauvorgänge in unserem Körper gemeint, wie z.B. die Proteinsynthese beim Krafttraining. Das heißt dem Körper muss regelmäßig Energie zugeführt werden, die in bestimmten Mengen gespeichert werden kann. Dies muss über die Nahrung erfolgen. In Tabelle 1 wird der Energieverbrauch

bei verschiedenen sportlichen Belastungen dargestellt. Dies ist in weiterer Folge für die Entscheidung ob und warum Substanzen Muskelwachstum unterstützen und –abbau verhindern bzw. minimieren können, von Bedeutung.

Einsatz nicht hormoneller anaboler wirksamer Substanzen
in Abhängigkeit ihrer chronobiologischen Wirksamkeit

Tabelle 1: Energieumsatz/Tag in verschiedenen Sportarten (Weineck J. 2004)

		Mindestwerte		Höchstwerte	
		[kJ]	[kcal]	[kJ]	[kcal]
	Bei Körperruhe	7140	1700	9240	2200
	Kurzstreckenlauf	12600	3000	18900	4500
	Eisschnellauf (bis 1000 m)	16800	4000	21000	5000
	Eiskunstlauf	14700	3500	18900	4500
	Gymnastik	14700	3500	18900	4500
Schnell- Kraftsportler	Radsport Bahnfahrer	16800	4000	23100	5500
	Kurzstreckenschwimmer	16800	4000	23100	5500
	Skispringen	16800	4000	21000	5000
	Sprungdisziplinen (Leichtathletik)	16800	4000	21000	5000
	Mehrkampf (Leichtathletik)	16800	4000	23100	5500
Kraftsportler	Gewichtheben (je nach Gewichtsklasse)	12600	3000	25200	6000
	Stoß und Wurf (Leichtathletik)	18900	4500	25200	6000
Ausdauer- sportler	Mittelstreckenlauf	16800	4000	23100	5500
	Langstreckenlauf	16800	4000	23100	5500
	Skilanglauf	16800	4000	23100	5500
	Schwimmen 400-1500 m	16800	4000	23100	5500
	Radsportler (Straße)	16800	4000	33600	8000
	6-Tage-Fahrten	21000	5000	37800	9000
	Spielsportarten (Fußball, Handball, Hockey, Eishockey, Wasserball, usw.)	16800	4000	24360	5800
Kraftausdauer- sportler	Boxen	12600	3000	23100	5500
	Rennrudern	21000	5000	29400	7000
	Kanurennsport	18900	5500	23100	5500
	Skisport alpin	14700	3500	21000	5000
	Ringern	12600	3000	23100	5500
	Judo	12600	3000	23100	5500

2.4 Hormone

Sind Regulationsstoffe, die den Stoffwechsel, Wasser- und Elektrolythaushalt, die sexuelle Entwicklung, die Sexualfunktion und das Wachstum steuern. Bei den Hormonen unterscheidet man zwischen Drüsen- und Gewebshormonen (Findeisen, Linke und Pikkenhain, 1980 S.198).

Die Hormone werden in fünf Hauptgruppen eingeteilt:

- Proteo- und Peptidhormone mit artspezifischer Aminosäuresequenz
 - Neuropeptide des Hypothalamus: Freisetzungshormone für LH/FSH, TSH, ACTH, GH
 - Insulin
 - Glucagon
 - Glykoproteinhormone der Hypophyse: Follikelstimulierendes Hormon Follitropin (FSH), Luteinisierendes Hormon Luteotropin (LH), Schilddrüsenstimulierendes Hormon Thyreotropin (TSH), Adrenocortikotropin (ACTH), Melanozytenstimulierendes Hormon (MSH)
 - Wachstumshormone: GH, IGF
 - Prolaktin
 - Adiuretin (Vasopressin) und Oxytocin
 - Bradykinin
- Aminosäurederivate
 - Thyroxin (T4)
 - Triiodthyronin (T3)
 - Adrenalin
 - Histamin
 - Noradrenalin

- Dopamin
- Melatonin
- Isoprenderivate (wie Neotenin bei Insekten)
- Steroidhormone (wie die Nebennierenrinden- und Sexualhormone)
 - Mineralocorticoide, wie Aldosteron
 - Glucocorticoide, wie Cortisol
 - Estrogene, wie Estradiol
 - Gestagene, wie Progesteron
 - Androgene, wie Testosteron
- Arachidonsäurederivate (Eicosanoide)
 - Prostaglandine
 - Leukotriene
 - Thromboxane

Im Laufe der Arbeit werden die Drüsenhormone, die beim Muskelwachstum eine Rolle spielen, näher betrachtet. Die Abbildung 4 dient zur Veranschaulichung der Lokalisation der unterschiedlichen Hormondrüsen.

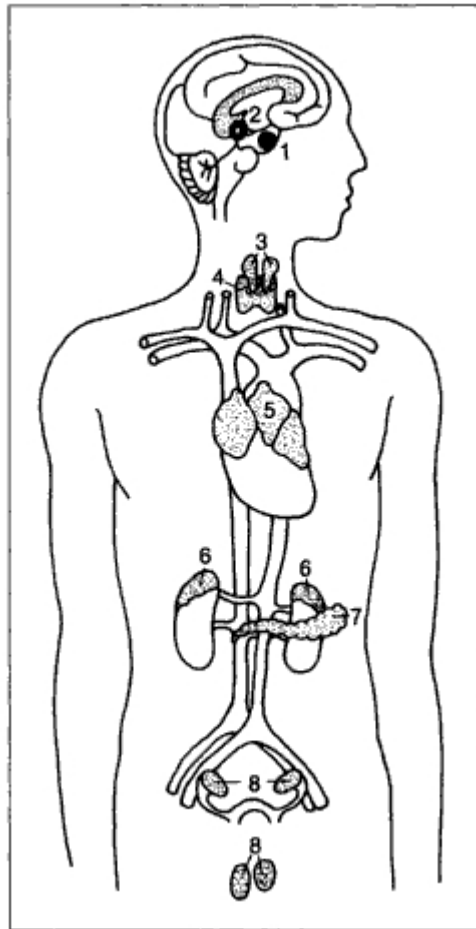


Abbildung 4: Lage der Hormondrüsen: 1=Hypophyse, 2 = Epiphyse, 3 Nebenschilddrüse, 4 = Schilddrüse, 5 = Thymus, 6 = Nebennieren, 7 = Langerhans-Inseln der Bauchspeicheldrüse, 8 = Eierstöcke oder Hoden (Weineck J. 2004)

Ein Zuwenig oder Zuviel in der Hormonproduktion führt zu Störungen. Um die Überproduktion eines Hormons zu verhindern, wirkt normalerweise ein Rückkopplungsprinzip. Übersteigt die Hormonkonzentration einen bestimmten Wert, hemmt das Hormon seine eigene Synthese (negative Feed-back-Hemmung) - ein häufiger Regulationsmechanismus der Natur. Hormone wirken vorwiegend auf ihre Zielorgane, ohne in die entsprechenden Zellen einzudringen. Sie behelfen sich eines so genannten Rezeptors, der sich außen an der Zellmembran befindet. Dieser Rezeptor wirkt wie eine Art Schalter, der die Anwesenheit des Hormons außen an der Zelle signalisiert. Das Hormon bindet sich an den Rezeptor und fordert damit eine bestimmte Reaktion in der Zelle. Einzige Ausnahme sind die Steroidhormone, die durch ihre Zusammensetzung in der Lage sind, durch die Membranen selbst zu dringen. Ihre Rezeptoren liegen im Zellinneren.

Das Steroidhormon muss also zuerst in die Zelle gelangen bevor es etwas bewirken kann. Je nach anliegendem Hormon handelt es sich um eine katabole oder anabole Stoffwechsellage.

2.5 Katabole Stoffwechsellage

Wie bereits erwähnt ist körperliches Training notwendig, um eine anabole Stimulierung zu erreichen. Diese körperliche Belastung steigert den Cortisolspiegel und die Ausschüttung von katabolen Hormonen, sowie die Freisetzung von Aminosäuren aus den Muskelzellen und fördert damit den unerwünschten Proteinabbau im Muskel. Dieser unerwünschte Prozess kann durch ausreichende Energiezufuhr über richtige Nahrungsaufnahme und eben auch Einsatz von Zusatzpräparaten kontrolliert werden. Der katabole Prozess ist also die Energieverwertung von Kohlenhydraten, Proteinen und Fetten. Bei ausreichender Versorgung kann der Abbau von Muskelprotein verhindert werden und es folgt jedem katabolen Prozess ein anaboler Prozess mit Regeneration und Aufbau, was zur Superkompensation führt. Die vorrangig verantwortlichen Hormone bei diesem katabolen Prozess sind die Katecholamine, Glukagon und Cortisol.

2.5.1 Katecholamine

„Innere und äußere Stressoren stimulieren die Katecholaminausschüttung. Bei belastungsinduzierter Katecholaminausschüttung wird die Glukoseproduktion während der Belastung gesteigert.

Durch intensive körperliche Belastung kann die Plasmaadrenalinkonzentration um das 10 bis 20fache des Ausgangswertes gesteigert werden. In physiologischer Dosierung aktiviert Adrenalin die Glykogenolyse, steigert die hepatische Glukoneogenese und reduziert die Insulinsekretion, periphere Insulinresistenz, Proteolyse (proteinabbau) und Lipolyse (Fettabbau)“. (Dietrich H. 2002, S.36)

2.5.2 Glukagon

Glukagon ist ein Peptidhormon, dessen Hauptaufgabe die Erhöhung des Blutzuckerspiegels ist. Es wird in den Langerhans-Inseln der Bauchspeicheldrüse (α -Inselzellen) gebildet. Bei Blutzuckerabfall, aber auch nach einer proteinreichen Mahlzeit wird Glukagon von der Bauchspeicheldrüse in die Blutbahn abgegeben und dort frei transportiert. Dieses Hormon ist in seiner Wirkung auf den Glucose- Protein- und Fettsäurestoffwechsel ein Gegenspieler des Insulins. Glukagon wird von der Leber aufgenommen und durch Spaltung inaktiv. Bei normaler Ernährung bleibt die Sekretion von Glukagon im Verhältnis zu der von Insulin relativ konstant. Die Stimuli für eine erhöhte Ausschüttung sind hauptsächlich Hypoglykämie (Blutzuckerabfall), proteinreiche Mahlzeiten, Infusion von Aminosäuren (z.B. Arginin, Alanin), länger dauernde starke körperliche Arbeit und Stress. Bei Hypoglykämie kann die Glukagonsekretion auf das bis zu Vierfache gesteigert werden. Stimulation erfolgt durch Vagusreiz, Mahlzeiten und durch α -Adrenorezeptoren. Seine Freisetzung wird von Insulin, Somatostatin und Glukagon-like Peptid 1 (GLP-1) gehemmt (Biesalski HK., 1999, S 35).

2.5.3 Cortisol

Cortisol, das in der Nebennierenrinde gebildet wird, erleichtert die Aktionen der Katecholamine und fördert die Glukosefreisetzung aus dem Muskel. Die katabole Wirkung wird insofern definiert, dass es als Gegenspieler von Testosteron (Kapitel 4.6.5) auftritt und dessen Sekretion blockiert, sodass es zu einem Abbau von Muskelgewebe kommen kann.

Ein hoher Cortisolspiegel verringert direkt die Wachstumshormonproduktion während der Belastung, andererseits hat jedoch ein erhöhter Spiegel eine entzündungshemmende Wirkung (Medikament Cortison).

2.6 Anabole Stoffwechsellage

Ein hoher Anteil an Eiweiß kann den Insulin-, Wachstumshormon- und Aminosäurespiegel erhöhen und parallel den unerwünschten Muskelproteinabbau verringern.

Die wichtigsten anabolen Hormone sind das Wachstumshormon, Insulin, Insulin-like-Growth Factor-1 (IGF-1), Schilddrüsenhormone und Testosteron. Somit klingt es vernünftig und logisch bei der Nahrungsergänzung die Präparate zu beachten, welche Einfluss auf den Hormonhaushalt bzw. -produktion haben. Trainingsart, -dauer, -intensität und -häufigkeit sowie Alter, Geschlecht, Trainingszustand und Ernährungsstatus bestimmen maßgeblich die körperlichen hormonellen Reaktionen, die für den Muskel- und Kraftzuwachs verantwortlich sind (Gallaway S., 1997, S. 101). Grundlage dafür ist die Stimulation der Muskelfasern mit überschwelligem Reizen. Diese Belastungen führen im Körper zu katabolen Zuständen (Energieverwertung, Abbau von Kohlehydraten, Proteinen und Fetten). Auf die katabole Phase folgt eine anabole Phase (Regeneration, Aufbau). Bei Optimierung der Leistungsfähigkeit und Einsatz des Trainings kommt es zu dem in Kapitel 4.1 erwähnten Superkompensationseffekt (Überschussreaktion). Durch diese Trainingseffekte kommt es zu einem Leistungsplateau, welches von der Verfügbarkeit von anabolen Hormonen abhängig ist.

Für das Wachstum und die Entwicklung der Muskeln sind also die anabolen und katabolen Hormone verantwortlich. Das Verhältnis sollte optimalerweise immer zugunsten der anabolen Hormone ausfallen, da sowohl die anabolen als auch die katabolen Hormone sich an die gleichen Muskelrezeptoren binden und sich somit blockieren. Zur Optimierung des Stoffwechsels sind eine möglichst gleichmäßige anabole und anti-katabole Stoffwechsellage, sowie eine synergetische Wirkung von Hormonen und Nährstoffen erforderlich. Ist die Verfügbarkeit von Nährstoffen maximal hoch so ist es laut Dipasquale M. (1997) ideal, wenn die anabolen Hormone maximiert werden können. Effektiv eingesetzte Nahrungsergänzungen unterstützen die Steigerung von endogenen Testosteron-, Wachstumshormon-, Insulin- und Insulin growth factor-1-Spiegel. Für die Wachstumshormone gibt es in der Literatur verschiedene Synonyme:

- Human Growth Hormone (HGH)
- Growth Hormone (GH)
- Wachstumshormon (WH)

2.6.1 Wachstumshormon (Somatotropin)

Die Primärstruktur des humanen Somatotropin besteht aus 191 Aminosäuren. Seine Ausschüttung wird durch den Hypothalamus mit seinem Somatotropin-releasing-Faktor (SRF, auch GHRH Growth-Hormone-Releasing-Hormon, GRF, Somatoliberin) und dem Somatostatin reguliert. Während des Schlafes wird am meisten Somatotropin produziert. Die Pubertät ist das Lebensalter mit einer ausgeprägten Somatotropin-Produktion. Jeder andere energieverbrauchende Prozess (körperliche Aktivität, psychischer Stress, Hungern) stellt einen Sekretionsstimulus für die Ausschüttung von Somatotropin dar. Somatotropin ist essentiell für ein normales Längenwachstum. Bei einer verminderten Produktion oder einem verminderten Ansprechen der Zellen auf Somatotropin kommt es zu einem Minderwuchs. Bei einer Überproduktion resultiert ein Riesenwuchs oder eine Akromegalie, das heißt unverhältnismäßiges Wachstum an den noch nicht verknöcherten wie Nase, Kinn, Finger und dem Schädelknochen sowie bei allen Weichteilen. Wenn sich die Proportionen der Gesichtsknochen zu verändern beginnen ist dies ein Hinweis auf Doping mit Wachstumshormonen.

Genauer betrachtet wirkt Somatotropin anabol vor allem an folgenden Organen:

- Knochen
- Muskel
- Leber

Das heißt es führt an diesen Organen zu einer vermehrten Aminosäureaufnahme und -verwertung. Außerdem erhöht Somatotropin den Blutzuckerspiegel (durch Glykogenolyse) und wirkt auf die Fettzellen lipolytisch, d.h. fettabbauend. Über einen indirekten Weg führt

Somatotropin zur vermehrten Freisetzung des Insulin-like growth factors (IGF-1), welcher unter anderem das Knochenwachstum anregt.

Aufgrund der Wirkungen von Substanzen auf den Hormonhaushalt, werden in den folgenden Kapiteln verschiedene Auswirkungen von Hormonen erläutert.

2.6.2 Insulin

Wird von den Langerhans' schen Inseln im Pankreas gebildet und laut Biesalski H.K. und Grimm P. (1999) drei wesentliche Wirkungen:

- Senkung der Blutglukose durch:
 - Steigerung der Glukoseaufnahme
 - Hemmung der Glykogenolyse
 - Hemmung der Glukoneogenese
- Senkung der Blutfettsäure und Förderung der Triglyceridspeicher mittels:
 - Steigerung der Glukoseaufnahme
 - Aktivierung von Enzymen, die die Bildung von Fettsäuren aus Glukose katalysieren
 - Förderung der Fettsäureaufnahme aus dem Blut in die Fettzelle
 - Hemmung der Lipolyse
- Senkung der Aminosäurespiegel und Steigerung der Proteinsynthese durch:
 - Steigerung der Aminosäureaufnahme in den Zellen
 - Steigerung des Aminosäureeinbaus in Proteine
 - Hemmung des Proteinabbaus

In einer Studie von Biolo et al. (1995, S. 811-819) wurde der positive Einfluss von Insulin auf den Transport der Aminosäuren Leucin, Lysin und Alanin in die Muskeln bestätigt. Das wird in weiterer Folge noch in einem späteren Kapitel, das von der Substitution mit

Aminosäuren handelt, von Interesse sein. Haussinger D. und Lang F. (1991 S.331-350) bestätigen auch einen anti-katabolen Effekt auf das Muskeleiweiß durch eine Anregung der Zelltransportsysteme von Kalium, Kalzium und Natrium, wodurch es in der Zelle zu einer höheren Wasserspeicherung und entsprechender Zellvolumsvergrößerung kommt.

2.6.3 Insulin-like Growth Factor-1 (IGF-1)

IGF-1 hat eine sehr ähnliche Struktur wie Insulin, deshalb der Name. Es wird von der Leber, Nieren, Muskeln, Hirnanhangdrüse und Magen-Darm-Trakt gebildet und in die Blutbahn abgegeben. Dieses IGF-1 spielt vorrangig eine Rolle bei der Proteinsynthese und den Fettabbau. Es vermindert den Proteinabbau und hat anabole Wirkung wenn eine ausreichende Menge an Aminosäuren, Wachstumshormonen und Insulin zur Verfügung steht, was eine Steigerung des Muskelwachstums und der Kraft mit sich zieht. Intensives Krafttraining hat keinen Einfluss auf die Freisetzung, jedoch kann durch eine erhöhte Protein- und Aminosäureaufnahme eine synergetische Wirkung erreicht werden.

2.6.4 Schilddrüsenhormone

Werden wie der Name schon sagt von der Schilddrüse ausgeschüttet und zwar in >Form von zwei Aminosäuren. Diese Hormone werden als Triiodthyronin (T_3) und Thyroxin (T_4) bezeichnet. Die Schilddrüse setzt T_4 vollständig und von T_3 nur eine geringe Menge, ca. 15-20% frei. Die restlichen werden über die Leber und Nieren synthetisiert. Gebildet werden die Hormone in der Drüse durch Anlagerung von Iod an die zuerst synthetisierten Aminosäuren. Daher zählt man sie zu den Aminosäure-Derivaten. Thyroxin hat eine Lebensdauer von acht Tagen und muss dementsprechend regelmäßig nachgebildet werden. Die Schilddrüsenhormone spielen eine wichtige Rolle für den Energiestoffwechsel, das Wachstum einzelner Zellen und des Gesamtorganismus und sind somit zwingend lebensnotwendig. Wichtig ist aber, dass die Schilddrüsenhormone auf die Tätigkeit anderer endokrinen Drüsen einwirken. So fördern sie die Abgabe des Wachstumshormons STH durch die Hypophyse, beschleunigen den Grundstoffwechsel über Steigerung der

Insulinfreisetzung, regen die Tätigkeit der Nebenniere an und für uns sehr interessant ist die Mitbeteiligung an der Kontrolle der Proteinsynthese. Eine Wechselwirkung mit den Sexualhormonen ist ebenfalls bekannt. Problematisch wird es bei einer Schilddrüsenunterfunktion, da sie die Grundstoffwechselrate und Abbauvorgänge verlangsamt, die Energie speichert und somit zu Wachstumsstörungen führt. Ebenso ist eine Überfunktion unvorteilhaft, da dies zu einem katabolen Zustand führt, und zu Störungen im Kohlenhydratstoffwechsel und eine geringere Wachstumshormonwirkung mit sich zieht. Dabei wirkt es dem Effekt von Testosteron und Insulin entgegen.

2.6.5 Testosteron

Testosteron ist ein wichtiges Sexualhormon, das bei beiden Geschlechtern vorkommt, sich dabei aber in Konzentration und Wirkungsweise bei Mann und Frau unterscheidet. Bei Männern wird Testosteron zum größten Teil im Hoden produziert. Die Nebennierenrinde und Eierstöcke bilden nur in sehr geringem Maße Testosteron, deshalb ist bei Frauen eine wesentlich niedrigere Menge im Körper zu finden. Es wird an ein Protein gebunden und über das Blut auch zum Großteil der anderen Zielorgane transportiert. Deshalb kann eine Überproduktion in der Nebennierenrinde oder Doping beim weiblichen Geschlecht eine Vermännlichung bewirken. Testosteron besitzt nach Bhasin et al. (1996 S.1-7) eine steigernde Wirkung auf die Muskelproteinsynthese, Kraft und die körperliche Leistungsfähigkeit. Daher ist ein hohes Testosteron/Cortisol Verhältnis anzustreben und ist ein Zeichen für eine anabole Stoffwechsellaage.

3 Körpereigene Wirkstoffe und Stoffwechselprodukte

Haben insofern eine wichtige Bedeutung, dass ein gewünschter anaboler Effekt nur durch gezielte Trainingssteuerung und ein gewisses Maß an Trainingsgewichtbewältigung auftreten kann. Wie solche Trainings gestaltet werden sollen, wird in verschiedensten Werken wie zum Beispiel von Weineck J (2001) beschrieben und erklärt. Der durch das Training erzielte Kraftzuwachs schlägt sich auch in einem Muskelzuwachs nieder. Wenn man durch gezielten Einsatz von Substanzen den Kraft- bzw. Leistungszuwachs steigern kann, wird auch der anabole Effekt positiv darauf reagieren. In der Folge werden in diesem Abschnitt der Arbeit solche Leistungssteigernde Präparate untersucht.

3.1 ATP-Präparate

Wie bereits in Abschnitt 4.3 erwähnt ist Adenosintriphosphat (ATP) die Grundlage aller muskulären Kontraktionen. Somit haben alle Muskelzellen des Körpers ATP als energiereiche chemische Verbindung gespeichert. Je schwerere Gewichte beim Training verwendet werden, umso schneller wird das ATP verbraucht und in ADP umgewandelt. Leider können in den Muskeln nur sehr kleine Mengen an ATP gespeichert werden, die gerade mal für zwei Sekunden bei Maximalkontraktionen Energie liefern können. Danach muss, wie zuvor erwähnt auf andere Stoffe zur Wiederherstellung des ATPs zurückgegriffen werden.

So gesehen liegt es auf der Hand, dass es Sinn macht durch die Gabe von ATP-Präparaten den ATP-Gehalt in den Muskelzellen zu erhöhen, um somit eine höhere Wiederholungszahl oder ein höheres Gewicht bei Kraftübungen, wie zum Beispiel Kniebeugen oder Bankdrücken, bewältigen zu können. Dadurch wird der Muskel noch intensiver gefordert und mit Hypertrophie (Wachstum) reagieren.

Insofern spricht alles für die Supplementierung mit ATP. Doch was theoretisch einfach umsetzbar klingt, stellt sich in der Praxis als etwas schwieriger und aufwendiger dar. Die herkömmlichen Präparate in Form von Tabletten, Pillen oder Pulverform können von der

Muskelzelle nicht aufgenommen werden, da das menschliche Verdauungssystem und die Entgiftungsstation Leber unüberwindliche Hindernisse sind. Bei der oralen Gabe landen die ATP-Präparate im Magen und werden von den Magensäften und zahlreichen Enzymen in ihre Bestandteile zerlegt bzw. zerstört. Anschließend wird das Ganze an die Leber weiter geleitet und leider wertlos. Die von der Leber in den Blutkreislauf abgegebene Substanz kann von den Rezeptoren der Muskelmembranen nicht als ATP erkannt und aufgenommen werden. Somit erfolgt keine Leistungssteigerung. Als einzige Möglichkeit wird von Konopka P. (2008 S.37-42) die Verabreichung von Injektionen oder Infusionslösungen genannt, da diese direkt in den Blutkreislauf gelangen und die ATP-Moleküle unbeschadet bleiben. Somit ist zwar eine klare Wirkung in Form einer Leistungssteigerung sichtbar, jedoch klingt es sehr kompliziert und verrückt sich ATP zu spritzen, um lediglich einen Steigerungseffekt von zwei bis drei weiteren Wiederholungen zu erzielen. Infusionslösungskonzentrate sind in der Apotheke erhältlich, jedoch gibt es eine noch wesentlich angenehmere und ebenfalls wirksame Methode die zum Erreichen einer gesteigerten ATP-Produktion führen kann -und zwar mit Hilfe der Gabe von Kreatin.

3.2 Kreatinmonohydrat

Kreatinphosphat (KP) ist wie in Kapitel 4.3 ein Bestandteil der Energiebereitstellung. Die Abspaltung des Phosphatrests und durch Übertragung auf ADP, macht es unter Katalyse der cytosolischen Kreatinkinase möglich, das ATP regeneriert wird. Durch dessen Spaltung liefert es wieder den Muskelfasern die nötige Energie zur Kontraktion. Diese Reaktion beansprucht keinen Sauerstoff (Wallimann T., Hemmer W., 1994, S. 193-200).

In den ersten 70 Sekunden einer Trainingsleistung unterhalb der aeroben Schwelle (ca. 2mmol Laktat /l Blut Linie) sinkt die Kreatinphosphat-Konzentration im Muskel um etwa 55 Prozent. Bei körperlichen Leistungen überhalb der aeroben Schwelle ist sie schon nach 30 Sekunden um circa 73 Prozent vermindert (Dick C. 2003).

Nach Erreichen des Sauerstoff-steady-states liegt die muskuläre Kreatinphosphat-Konzentration selbst bei hoher submaximaler Intensität höchstens 30 Prozent unterhalb des Ruhewerts (Binzoni et al., 1992, S.1664-1649).

Über den sogenannten Kreatin Shuttle wird die Lieferung von Kreatin zu dem entsprechenden Mitochondrium gewährleistet, damit in weiterer Folge die ATP-Resynthese statt finden kann. Zuerst muss es zu einer Kreatinkinase kommen um anschließend den entstehenden Phosphatrest auf das ADP übertragen zu können (Mahler, 1985 S.135-165).

Folgende Aussagen gelten für Kreatin:

- Eigensynthese von Kreatin im Körper:

Kreatin wird im Körper in Mengen von 1-2 Gramm pro Tag im Muskel gebildet (Friedrich W., 2006 S76-77).

- Aufnahme von Kreatin mit der Nahrung:

Kreatin kann über die Nahrung aufgenommen werden, Friedrich W. (2006) beschreibt Fleisch und Fisch (2 bis 7 Gramm pro kg) als gute Quellen. Direkt aufgenommenes Kreatin wird genauso, wie wenn es über die Nahrung eingenommen wird, über den Darm resorbiert und übers Blut zu den Zielorganen transportiert.

- Bedarf an Kreatin:

Die Anforderung ist von Mensch zu Mensch verschieden. Grundsätzlich spricht man von einem Tagesbedarf von 2-4 Gramm, wobei circa die Hälfte der Körper selbst produzieren kann. Mit steigender körperlicher und geistiger Beanspruchung wird mehr Kreatin verbraucht, d.h. zusätzlich 3 bis 6 Gramm pro Tag. Laut Meyer et al. (1986) wird überschüssig eingenommenes Kreatin über die Nieren ausgeschieden. Wird über einen längeren Zeitraum (über. eine Woche) 20 Gramm und mehr eingenommen, kann es zu Problemen mit den Nieren kommen.

Tabelle 2: Beweis für die kalorienarme Zufuhr bei reinem Kreatinmonohydrat

Durchschnittlicher Gehalt	pro 100 g	pro Tag = 10 g
Brennwert	0 kJ	0 kJ
Kohlenhydrate	0 g	0 g
Protein	0 g	0 g
Fett	0 g	0 g

Zutaten: Kreatinmonohydrat (100 %), Quelle: www.fitness24.de

3.2.1 Einsatz und Dosierung

Im letzten Kapitel wurde beschrieben, dass Kreatin in einer gewissen Menge gespeichert werden kann und essentiell für körperliche Leistung ist. Dementsprechend macht es Sinn, Kreatin, dass in Form von Kreatinmonohydrat oral verabreicht werden kann, zu supplementieren. Bei der Recherche sind zwei Methoden, der Verabreichung aufgetaucht. Die erste Methode ist mit einer so genannten Ladephase verbunden, wobei durchschnittlich 20 g Kreatinmonohydrat ($\text{Cr.H}_2\text{O}$) per oral verabreicht werden. Diese Dosis wird in vier Portionen zu 5g eingenommen. Die Dauer der Supplementierung liegt meistens bei 5 bis 6 Tagen. Anschließend wird die Supplementierung für 4 Wochen mit 2g Kreatinmonohydrat pro Tag fortgesetzt.

Tabelle 3: Einnahme Empfehlung von Kreatin mit Ladephase

Dauer	Dosierung	Zeitpunkt der Einnahme
5 Tage	4 mal 5g	Gleichmäßig auf den Tag verteilt
4 Wochen	2g	Einmal täglich

Die zweite Möglichkeit ist eine gleichmäßige Gabe von jeweils 5g täglich über einen Zeitraum von circa 30 Tage. Bei genauer Betrachtung wird, sowohl bei der Methode mit als auch bei der Methode ohne Ladephase, über den ganzen Zeitraum die gleiche Menge Kreatin verabreicht.

Tabelle 4: Einnahme Empfehlung von Kreatin

Dauer	Dosierung	Zeitpunkt der Einnahme
30 Tage	5g	Einmal täglich mit Fruchtsaft, eher mittags

Danach sollte eine vierwöchige Einnahmepause gemacht werden. Koffein kann die Wirksamkeit beeinträchtigen. Auf alle Fälle sollte die Einnahme von Koffein eine Stunde

vor und nach der Einnahme von Kreatin vermieden werden. Man muss aber nicht unbedingt auf den morgendlichen Kaffee verzichten.

Natürlich ist klar, dass die Dosis, Dauer und Methode der Kreatin-Einnahme von Sportart zu Sportart differiert, und auch das Ziel das verfolgt wird ein wesentlicher Faktor ist, der die Mengen und Zeiträume klar beeinflusst.

Kraftsportler die keiner Gewichtsklassifizierung unterliegen oder die nicht auf Grund ästhetischer Beweggründe anabole Reize setzen wollen, werden sicher anders supplementieren als Schwimmer bei denen die hydrostatischen Verhältnisse ihres Körpers wichtig sind. Es gibt sicher einige Fallbeispiele bei denen man ganz genau den Sinn und das Ziel nennen kann mit der die Supplementierung sehr individuell durchgeführt wird.

4 Hauptnährstoffe

Zu den Hauptnährstoffen zählen die Kohlenhydrate, Fette und Proteine (Eiweiße). Die für die, in Kapitel 4.3 zur Energiebereitstellung beschriebenen Prozesse, Energie und dem Körper Bausteine für den Aufbau der körpereigenen Substanz liefern. Dementsprechend ist eine wie in Tabelle 2 dargestellte anteilmäßige Versorgung von Nöten.

Eine Ernährungsanalyse, veröffentlicht 2003 in Leistungssport, an deutschen Kaderathleten der Sportarten Schwimmen, Radsport, Biathlon, Volleyball und Trampolin zeigte, dass die empfohlene Nährstoffzufuhr an Makronährstoffen nicht erreicht wird. Die angegebenen Ursachen für eine Unterversorgung lagen einerseits am hohen Energieverbrauch durch von bis zu 30 Stunden wöchentliches Training und andererseits am häufigen Zeitmangel von Leistungssportlern, die Schule, Studium oder Beruf koordinieren müssen.

Die Aufnahme der erforderlichen Energie über eine wie in Tabelle 2 angeführte Basisernährung kann sich bei einem täglichen Verbrauch von zum Beispiel 4000 kcal, als schwierig erweisen und zeigten damit einen erheblichen Vorteil der Nahrungsergänzungsmittel.

Denn kommt es zu einer Unterversorgung, kann das die Leistungsfähigkeit und die Leistung im Training verschlechtern. Dies wiederum hat einen negativen Einfluss auf den angestrebten anabolen Effekt.

Tabelle 5: ernährungsphysiologische Schwerpunkte der Basisernährung bei verschiedenen Sportartgruppen (Weineck J. 2002)

Sportarten- gruppe	Motorische Kurzcharakteristik	Ernährungsphysiol. Schwerpunkt(e)	Basisernährung g KH – Fett – Eiweiß
Ausdauersport- arten	Ausdauer (kontinuierliche Dauerbelastung)	Hoher Glykogengehalt leistungsdeterminierend, KH-Anteil muß hoch sein	60 – 25 -15
Kraftausdauer- sportarten	Synthese von Kraft und Ausdauer als Kompromißformel (kontinuierliche Kraftausdauerbelastung)	Hoher KH- und Eiweißgehalt	56 – 27 17
Kampfsportarten	Maximalkraft, Schnellkraft, Kraftausdauer, Koordination (intervallartige Dauerbelastung)	1. Schwerpunkt = hoher Eiweißbedarf; 2. Schwerpunkt = erhöhter KH-Bedarf Beachte: Der Fettanteil steigt wegen erhöhter Eiweißzufuhr!	50 – 30 – 20
Spislsportarten	Schnelligkeit, Schnellkraft, Ausdauer und Koordination (intervallartige Dauerbelastung)	Für die wiederholten Schnelligkeits- und Schnellkrafteinsätze sind die energiereichen Phosphate und die Glykogenspeicher wichtig → erhöhter KH-Bedarf. Für die Kraftkomponente wird vermehrt Eiweiß benötigt.	54 – 28 -18
Schnellkraft- sportarten	Schnellkraft, Maximalkraft, Kraftausdauer, Koordination (kurzzeitige Belastung)	Erhöhter Eiweißbedarf	52 – 30 – 18
Kraftsportarten	Maximalkraft, Schnellkraft, Koordination (ultrakurze Belastung)	Sehr hoher Eiweißbedarf; dadurch erhöht sich zwangsläufig der Fettanteil	42 – 36 – 22
Nicht klassifizierbare Sportarten	Wenig ausgeprägtes konditionelles motorisches Profil	Es gelten allgemeine Gesichtspunkte: KH-reich, fettarm, eiweißreich	56 – 28 - 16

Die im folgenden Kapitel beschriebenen Supplemente versuchen folgende Ziele zu erreichen:

- Sicherstellung der Nährstoffzufuhr bei erhöhtem Energiebedarf,
- eine möglichst rasche Wiederauffüllung entleerter Nährstoffspeicher,
- die unterstützende Wirkung bei wiederaufbauenden Prozessen,
- sowie die Mitregelung der verwendeten Energiequellen,

4.1 Kohlenhydrate

Wie bereits erwähnt, ist für die unmittelbare Energie bei einer Muskelkontraktion das Adenosintriphosphat (ATP) zuständig. Es kommt jedoch in den Zellen nur in geringer Konzentration vor und muss durch aeroben und anaeroben Abbau energiereicher Verbindungen wie Fetten, Kohlenhydraten oder Proteinen in den Zellen nachgeliefert werden. Kohlenhydrate sind der Hauptenergielieferant für den Organismus. Sie sind im Gegensatz zu den Fetten relativ schnell verwertbar, da sie auch anaerob Energie liefern. Der wichtigste Kohlenhydratbaustein im Energiehaushalt des Körpers ist die Glucose. Jede Körperzelle kann Glucose durch die Zellmembran aufnehmen bzw. wieder abgeben. In den Zellen der verschiedenen Organe kann sie dann entweder durch Verstoffwechselung die chemische Energie für Muskelarbeit, anabole Prozesse oder Gehirnaktivität liefern oder in Form von Glucoseketten als Glycogen gespeichert werden. Da in der Regel Trainingseinheiten länger als wenige Sekunden dauern, ist es nahe liegend sich im richtigen Maß mit Kohlenhydraten zu versorgen um somit genug Energie für intensive Trainingseinheiten zu haben und gleichzeitig zu verhindern, dass auch eine Umwandlung von Muskelprotein in Energie stattfindet. Was gleichbedeutend mit keinem Muskelaufbau bzw. sogar mit Muskelabbau ist. Somit sind Kohlenhydrate mehr als nur Energielieferanten und sollten von Kraftsportlern und Bodybuildern nicht unterschätzt werden (Gärtner H., Pohl R., 1994 S.257-264).

4.1.1 Einteilung

Die Kohlenhydrate können in mehrere Gruppen eingeteilt werden:

- Zucker, die nur aus einem Baustein bestehen, werden als Einfachzucker (Monosaccharide) bezeichnet (z.B. Glukose, Fruchtzucker).
- Zweifachzucker (Disaccharide) enthalten zwei Zuckerbausteine (z.B. Haushaltszucker = Saccharose, Milchzucker). Einfach- und Zweifachzucker schmecken meist süß und erhalten deshalb häufig auch den Namen "süße Kohlenhydrate".
- Zucker aus vielen Bausteinen werden Vielfachzucker, Polysaccharide und werden auch als komplexe Kohlenhydrate bezeichnet (z.B. Stärke, Glykogen). Sie finden sich in einer Vielzahl von Lebensmitteln (Kartoffeln, Reis, Nudeln usw.) und werden langsamer und gleichmäßig ins Blut aufgenommen und sorgen somit nicht für rasche Schwankungen des Blutzuckerspiegels.

Komplexe Kohlenhydrate sollten den Hauptteil unserer Nahrungskohlenhydrate ausmachen. Sie führen zu einem geringeren Anstieg des Blutzuckers und sind deshalb gesundheitlich wertvoller zu beurteilen als Mono- und Disaccharide.

Tabelle 6 Nährstoffangaben für ein Kohlenhydratpräparat in Gel-Form

Durchschnittlicher Gehalt	pro 40 g Beutel (%RDA*)
Brennwert	459 kJ (108 kcal)
Eiweiß	<0,1 g
Kohlenhydrate	27 g
Fett	<0,1 g
Vitamin B1	0,35 mg (25%)*

Quelle: www.fitness24.de

4.1.2 Einsatz und Dosierung

Für Sportler werden von Konopka (1996 S.44-56) 5-6g pro Kilogramm Körpergewicht und Tag oder 55 bis 65 Prozent der aufgenommenen Energie pro Tag in Form von Kohlenhydraten empfohlen. Dies ist abhängig von der sportlichen Betätigung, wie in Tabelle 1 gezeigt wird. Die empfohlene Kalorienmenge sollte in der Regel aus komplexen Kohlenhydraten bestehen wie: Reis, Haferflocken, Vollkornbrot (vorzugsweise Dinkel), Nudeln und ein Teil aus einfachen Kohlenhydraten aus Obst und Fruchtsäften.

Für Sportler, die anabole Prozesse anstreben, deshalb eine hohe Trainingsintensität haben und dementsprechend eine hohe Kalorienzufuhr benötigen, ist es oftmals schwer diese über die herkömmlichen Mahlzeiten zu sich zu nehmen. Durch die Kohlenhydratkonzentrate soll dieses Problem bzw. das Defizit an Kohlenhydraten aus der normalen Ernährung aufgehoben werden, um den sportlichen Erfolg und Leistungsfähigkeit zu gewährleisten. Die Zufuhr von Kohlenhydraten sollte regelmäßig über den Tag verteilt stattfinden. Dies kann über geregelte Mahlzeiten, optimalerweise zwischen fünf und sechs pro Tag, passieren, damit der Blutzuckerspiegel auf einem gleichmäßig hohen Wert gehalten werden kann. Dies ermöglicht einen kontinuierlichen Transport von Aminosäuren in die Muskelzellen und hält das Energieniveau hoch. Starke Schwankungen des Blutzuckerspiegels durch Unregelmäßigkeiten in den Mahlzeiten, wegfallen lassen von Mahlzeiten oder nur wenige große Mahlzeiten zu sich nehmen rauben Energie und Kraft und können die Muskelzellen vorübergehend in einen katabolen Zustand versetzen (Gärtner H., Pohl R., 1994). Deshalb sollten engagierte Sportler, die einen Kraft- und vor allem Muskelzuwachs erzielen wollen, regelmäßig, wenn nicht sogar nach der Uhr essen und nicht erst wenn ein Hungergefühl eintritt. Wenn das der Fall ist, ist es schon zu spät und der Blutzuckerspiegel hat einen großen Sprung nach unten vollzogen. Wenn es zeitlich nicht immer möglich ist gibt es schon verschiedenste Präparate, wie Kohlenhydratgels, -drinks, -riegel und die so genannten Weight Gainer, auch Mahlzeitenersatz genannt, die man vor, während oder nach Trainings, Arbeit und Freizeit zu sich nehmen kann, um eine vernünftige Energieversorgung zu gewährleisten. Bei vielen Präparaten sind zusätzlich Vitamin- und Mineralstoffe zugesetzt.

Einsatz nicht hormoneller anaboler wirksamer Substanzen
in Abhängigkeit ihrer chronobiologischen Wirksamkeit

Tabelle 7: Einnahme von Kohlenhydratpräparaten

Dauer	Dosierung	Zeitpunkt der Einnahme
Bei Bedarf Drink, Gel oder Riegel.*	Je nach Bedarf und Ernährungsplan. Mittels Drinks sind die kcal am besten zu kontrollieren!	Vor, Während und nach intensiver körperlicher Belastung

*unbedingt mit täglicher Nahrung abstimmen

Weight Gainer sind nicht direkt zu den Kohlenhydratpräparaten zu zählen und werden später in Kapitel 6.3 behandelt. Für Sportler empfiehlt es sich genaue Aufzeichnungen über Nahrungsaufnahme und Ernährungsgewohnheiten zu machen. Damit kann mittels Ergänzungen schnell reagiert werden und auch eine Überschuss an Kalorien vermieden werden. Denn mit Ergänzungen kann man natürlich auch Gefahr laufen zuviel Kohlenhydrate zu sich zu nehmen, die dann in Fett umgewandelt werden.

4.2 Proteine

„Proteine sind Bestandteile jeder Zelle des Körpers. Proteine bestehen aus den Elementen Kohlenstoff, Wasserstoff, Sauerstoff und Stickstoff. Teilweise ist auch Phosphat in den Proteinen enthalten“ (Diedrich H. 2002 S.69-77).

Jegliches körperliches Training bedeutet einen erhöhten Bedarf an Protein, um den Verlust an Aminosäuren auszugleichen und um genügend Material zum Muskelaufbau zur Verfügung zu stellen. In der Nahrung findet man Lebensmittel wie Fleisch, Fisch, Eier und Milchprodukte, die einen höheren Eiweißgehalt als andere aufweisen. Doch sehr oft wird durch die Nahrungsaufnahme der Eiweißbedarf von hart trainierenden Athleten nicht mehr gedeckt. Dies hat zur Folge, dass so ziemlich bei jedem ernsthaften Kraftsportler und Sportler der explizit auf Muskelwachstum setzt eine Dose Proteinpulver zu finden ist. Zudem finden sich am Markt verschiedene Aminosäurepräparate, die ebenfalls zur Unterstützung und Gegenmaßnahme des Muskelabbaus verwendet werden können. Mittlerweile werden qualitativ und geschmacklich gute Produkte hergestellt. Trotzdem gibt

es immer noch Präparate mit unterschiedlicher biologischer Wertigkeit bzw. Eiweißsorten. Biologische Wertigkeit gibt an wie hochwertig eine Proteinquelle bzw. ein Protein ist. Es wird durch den Quotienten von Stickstoffgehalt durch Stickstoffabsorption mal dem Faktor 100 berechnet. Wobei man sagt, dass reines natürliches Eiweiß die biologische Wertigkeit 100 besitzt.

Tabelle 8: Biologischer Wertigkeit von Proteinpräparaten

Produkt	Biologische Wertigkeit
Sojaprotein	74
Casein	88
Eiweiß	88
Käsealbumin	104

In den folgenden Kapiteln werden die einzelnen Proteinsorten vorgestellt.

4.2.1 Lactalbumin

auch Molkeprotein genannt (engl. Whey Protein) ist ein Bestandteil des Milchproteins. Gute Präparate werden sehr schonend (mikrofiltriert und ionenausgetauscht) verarbeitet und haben dadurch den Vorteil, dass das Protein nicht denaturiert wird (also nicht in vom Körper schlechter verwertbare Formen umgewandelt wird) und der Fett- und Milchzuckergehalt sehr niedrig liegt. Die Vorteile werden laut Arndt K. (2001) wie folgt angeführt:

- Es besitzt die biologische Wertigkeit 104, nicht denaturiertes Whey Protein hat laut Etikettbeschriftung von Herstellern und diverser Zeitschriften Wertigkeiten bis 157, was jedoch wissenschaftlich nicht bestätigt ist.
- Nicht denaturiertes Molkeprotein enthält ca 10% Immunglobuline, die an Stärkung des Immunsystems beteiligt sein können. Außerdem wird laut Bounous G., Batist G. und Gold P. (1989, S.154-161) die körpereigene Glutathion-

Produktion (eines der stärksten körpereigenen Antioxidantien) gefördert, was die immunstimulierenden Eigenschaften des Molkeproteins unterstützt.

- Molkeprotein, enthält circa 23-25% verzweigtkettigte Aminosäuren (BCAAs), die wie in Kapitel 7.3 beschrieben wird, eine wichtige Rolle im Erhalt und Aufbau von Muskelmasse spielen. Dieser Gehalt ist höher als bei allen anderen Proteinquellen.
- Lactalbumin, besonders ionenausgetauschtes Molkeprotein, ist sehr leicht verdaulich, so dass die synthetisierten Aminosäuren bereits nach ca. 90 Minuten im Blut nachweisbar sind.
- Nachteilig ist jedoch der niedrige Gehalt an Glutamin, eine für den Sportler besonders wichtige Aminosäure.

Das schnell wirksame Lactalbumin bietet sich als Quelle für Protein am Morgen und nach dem Training an (Arndt, 2001 K.).

4.2.2 Casein

Macht den Hauptbestandteil des Milchproteins aus. Es ist reichlich in Hüttenkäse enthalten und wird in den meisten Proteinkonzentraten zumindest anteilig verwendet. Seine biologische Wertigkeit liegt je nach Qualität der Produktion zwischen 71 und 90, also deutlich unter der von Lactalbumin. Hierfür zeigt Arndt K. (2001) einige für Kraftsportler interessante Eigenschaften auf:

- Im Magen-Darm Trakt wird Casein zu einer Art Gel umgeformt, was die Magenleerung verzögert. So wird zum einen die Kontaktzeit im Darm verlängert, was die Aminosäurenresorption verbessert, andererseits kommt es zu einem geringeren und gleichmäßigeren Blutzuckeranstieg, wenn mit dem Casein auch Kohlenhydrate aufgenommen werden. Auf diese Weise werden Heißhungerattacken vermieden und der Fettansatz durch Kohlenhydrate verringert. Deshalb eignet sich Casein gut für eine Diät. Hinzu kommt, dass im Gegensatz zum schnellverdaulichen Lactalbumin, bei dem die Aminosäuren recht früh im Blut nachweisbar sind, bei Casein der Aminosäuren-Einstrom ins

Blut zwar verzögert, aber dafür bis zu 8 Stunden nachweisbar ist. Bei Lactalbumin ist dies nur für 3-4 Stunden der Fall. So soll hier erwähnt sein, dass sich Casein als „anti-kataboles“ Protein vor dem Schlafengehen und vor dem Training gut anbietet.

- Casein besitzt einen Glutamingehalt von ca. 20%, mehr als bei allen anderen Proteinquellen
- Casein hat einen hohen Anteil an so genannten glucoplastischen Aminosäuren, also Eiweißbausteinen, die vom Körper in Glucose umgewandelt werden können, so dass die Gabe von Casein ein Abbau von Muskelprotein zur Aufrechterhaltung des Blutzuckerspiegels über Nacht nicht notwendig ist. Auch aus diesem Grund wird Casein oft als anti-kataboles Protein bezeichnet

4.2.3 Sojaprotein

Hat sich im Laufe der Jahre sowohl im Geschmack als auch in der Wertigkeit stark verbessert. Die hochwertigsten Produkte sind die Sojaprotein-Isolate. In einer Vergleichsstudie von Young V.R., Wayler A., et al. (1984, S.8-15) zwischen Soja und Fleischprotein, welche jedoch nur mit jungen Männern (die nicht ausschließlich Sportler waren) durchgeführt wurde, schnitten beide Eiweiße gleich gut bezüglich Stickstoffspeicherung und Erhaltung der Muskelmasse ab. Das heißt, dass Sojaprotein anderen Proteinquellen um nichts mehr nachsteht. Zusätzlich bietet es einige Charakteristika, die andere Proteinarten nicht bieten können:

- Der Glutaminanteil liegt bei 19%, fast so hoch wie beim Casein und deutlich höher als der von Molke.
- Es kann dazu beitragen, den Schilddrüsenhormonspiegel anzuheben, was für Bodybuilder in der Diät hilfreich ist.
- Eines der Isoflavone in Soja, das so genannte Daidzein, hat bei männlichen Versuchstieren zu einer Anhebung des Testosteron- und Wachstumshormonspiegels geführt. Laut einer Studie von Yamamoto und Yang

(1996) kam es bei Tierversuchen während einer Diät zu einem geringeren Gewichtsverlust als zum Beispiel bei Casein.

- Sojaprotein ist recht preisgünstig.

Jedoch weist Sojaprotein auch einige Nachteile auf:

Wenn es als Konzentrat statt als Isolat vorliegt, enthält es so genannte Phytoöstrogene (pflanzliche Östrogene), die bei Frauen in den Wechseljahren einen eher wünschenswerten Effekt haben, aber bei Sportlern, die einen niedrigen Körperfettanteil bzw. an Gewichtslimits gebunden sind, stellt es einen großen Nachteil dar.. Ein allgemeiner Nachteil bei allen Sojaproteinprodukten ist der relativ geringe Gehalt an der essentiellen Aminosäure Methionin. Daher ist beim Kauf von Sojaprotein auf die Qualität und die Wertigkeit besonders zu achten.

4.2.4 Eiprotein

Eiprotein genießt bei Kraftsportlern und Bodybuildern immer noch einen sehr guten Ruf, jedoch ist es eher selten als alleiniger Rohstoff in Proteinpräparaten zu finden, da sich der bittere Geschmack von getrocknetem Eiprotein nur schwer in ein geschmackvolles Konzentrat umsetzen lässt. Daher findet man diesen Rohstoff in Präparaten meistens nur in Verbindung mit anderen Proteinarten vor. Dadurch verringert sich die biologische Wertigkeit von 100 auf ca. 88 und liegt teilweise unter der Wertigkeit anderer Produkte. Typisch für Proteinkonzentrate, die aus Eiklar gewonnen werden, ist der hohe Anteil an schwefelhaltigen Aminosäuren, denen besonders für die Hormonproduktion eine wichtige Rolle zukommt. Athleten mit einer Milchzuckerunverträglichkeit oder gar einer Milcheiweißallergie können Eiprotein problemlos verwenden. Im Bodybuilding wird Eiprotein besonders gern von Wettkampfathleten in der unmittelbaren Vorbereitung eingesetzt. Berichten von Athleten zu Folge soll es bei regelmäßiger Einnahme von Milchprotein zu einer leichten Wasserspeicherung unter der Haut kommen. Das kann sich für Bodybuilder, die sich in der so genannten Definitionsphase befinden, als Problem erweisen. Durch den Wechsel auf ein reines Eiprotein kann dieses Problem in den meisten Fällen behoben werden.

Einsatz nicht hormoneller anaboler wirksamer Substanzen in Abhängigkeit ihrer chronobiologischen Wirksamkeit

Die Vorteile bei Eiproteinen liegen in folgenden Punkten:

- Hoher Gehalt an schwefelhaltigen Aminosäuren (wichtig für die Hormonproduktion)
- Ideal für Athleten mit Milchzuckerunverträglichkeit
- Keine Wasserspeicherung unter der Haut, daher ideal für die Wettkampfvorbereitung
- Relativ hohe biologische Wertigkeit

Tabelle 9: Nährwertangabe eine Whey Protein Produkts

Durchschnittlicher Gehalt	pro 100 g Pulver	% RDA*	pro Portion (30 g Pulver in 300 ml Wasser)	% RDA*
Brennwert	1522 kJ (359 kcal)		457 kJ (108 kcal)	
Eiweiß	80 g		24 g	
Kohlenhydrate	3 g		0,9 g	
Fett	3 g		0,9 g	
Calcium	270 mg	34 %	81 mg	
Magnesium	125 mg	42 %	38 mg	
Vitamin C	200 mg	333 %	60 mg	100 %
Niacin	60 mg	333 %	18 mg	100 %
Vitamin E	33,3 mg	333 %	10 mg	100 %
Pantothensäure	20 mg	333 %	6 mg	100 %
Vitamin B6	6,7 mg	333 %	2 mg	100 %
Vitamin B2	5,3 mg	333 %	1,6 mg	100 %
Vitamin B1	4,7 mg	333 %	1,4 mg	100 %
Folsäure	667 µg	333 %	200 µg	100 %
Vitamin B12	3,3 µg	333 %	1 µg	100 %

Quelle: www.fitness24.de

4.2.5 Einsatz und Dosierung

In der Literatur tauchen unterschiedliche Verzehrempfehlungen auf und es ist schwer genaueste Aussagen zu treffen. Prinzipiell kann man sagen, dass eine Anreicherung über den ganzen Tag sinnvoll erscheint. Des Weiteren stellte sich heraus, dass es Sinn macht vor und nach dem Training Eiweiß zu sich zu nehmen. Da das aufgenommene Protein nicht sofort zur Verfügung steht, ist die Substituierung vor dem Training insofern sinnvoll, dass der katabole Prozess gebremst werden soll. Ein Proteinshake vor dem Schlafengehen und nach dem Aufstehen kann der nächtlichen, katabolen Phase entgegenwirken. Auch über die Dosierung gibt es weiterhin unterschiedlich Ansichten.

Studien von Dragan et al. (1996, S.246-250) und Bigard et al. (1993 S.5-10) bestätigen, dass eine höhere Proteinaufnahme eine positive Wirkung auf die Zunahme von fettfreier Muskelmasse, Muskelkraft und eine minimierende Wirkung auf den belastungsbedingten Abbau von BCAAs (Aminosäuren) hat. Deren Angabe beläuft sich auf 2-3g/kg Körpergewicht täglicher Proteinaufnahme. Dies bedeute eine bis zu vierfache Menge im Vergleich zu Nichtsportlern. Diese Menge muss mit der Basisernährung abgestimmt werden, sprich die tägliche Nahrung und die Zusatzernährung sollen gemeinsam 2-3g/kg Körpergewicht Eiweiß ausmachen.

Tabelle 10: Einnahme Empfehlung von Proteinpräparaten

Dauer	Dosierung	Zeitpunkt der Einnahme
Regelmäßig und je nach Bedarf	2-3g/kg Körpergewicht täglich*	Vor, speziell NACH der körperlichen Belastung und vor dem Schlafengehen

*mit der täglichen Nahrung abstimmen! Ernährungsplan aufzeichnen!

Profibodybuilder sprechen noch von einer wesentlich höheren Proteinzufuhr, die sich auf ca. 6-8g/kg Körpergewicht pro Tag belaufen. Dies ist jedoch in keiner Studie bestätigt und teilweise ist ein weiterer Erfolg eher bestritten und auch mit Vorsicht zu genießen, da oftmals Steroide im Einsatz sind, die derartige Ergebnisse verfälschen. Auf alle Fälle liegt

auf der Hand, dass mittels Proteinkonzentraten eine höhere Menge Eiweiß aufgenommen werden kann, ohne eine vermehrte Fettaufnahme in Kauf zu nehmen.

4.3 Weight Gain Konzentrate

Wie schon in Kapitel 6.2.1 erwähnt, haben Sportler einen höheren Nährstoffbedarf als „Normalbürgern“. Da es nicht jedem möglich ist sich jeden Tag fünf bis sechs Mahlzeiten zu zubereiten und dabei noch auf die optimale Aufteilung von Kohlenhydraten, Proteinen und Fetten zu achten gibt es hilfreiche Präparate. Ziel von Weight Gainer Konzentraten ist die Abdeckung des höheren Energie- und Nährstoffbedarfs durch körperliche Belastung bei intensivem Training. Im Prinzip bestehen sie aus ca. 60 - 80% Kohlenhydraten und 15 - 40% Eiweißen sowie 0 bis 10% Fett. Laut den Etiketten von Nahrungsergänzungsmitteln sind die Präparate zusätzlich mit Vitaminen, Spurenelementen und Mineralstoffen angereichert. Die Weight Gainer Produkte sollten vorwiegend Polysaccharide (komplexe Kohlenhydrate) enthalten. Komplexe Kohlenhydrate werden, wie in Kapitel 6.1 beschrieben, langsamer resorbiert, was bedeutet dass eine Umwandlung in Körperfett weniger leicht vorkommt und durch diese langsame Resorption es zu geringeren Blutzuckerspiegelschwankungen kommt, was sich wiederum positiv auf das Insulin auswirkt.

Bodybuilder berichten in Fitness- und Muskelzeitschriften wie sie sich Gainer selbst mischen, indem sie hochkonzentrierte Kohlenhydratpräparate mit Eiweißpräparaten kombinieren. Aber Prinzipiell soll die Aufteilung der Basisnährstoffe, wie in Tabelle 11 dargestellt, eingehalten werden.

Einige Präparate werden von den Herstellerfirmen mit zusätzlichen Substanzen angereichert, wie zum Beispiel mit Aminosäuren oder Kreatinmonohydrat, was aber wenig effektiv ist, da die notwendige Dosierung nicht erreicht wird und somit eine zusätzliche Ergänzung mit den Stoffen nicht ersetzt werden kann.

Tabelle 11: Beispiel einer Nährstofftabelle eines Weight Gainer Produktes

Durchschnittlicher Gehalt	pro 100 g Pulver	% RDA*	pro Portion (200g + 700 ml fettarme Milch)	% RDA*
Brennwert	1760 kJ (416 kcal)		4989 kJ (1185 kcal)	
Eiweiß	15 g		53,8 g	
Kohlenhydrate	70 g		174,3 g	
Fett	7,5 g		25,5 g	
	pro 100 g Pulver		pro 200 g Pulver	
Calcium	600 mg	75 %	1200 mg	150 %
Magnesium	50 mg	17 %	100 mg	34 %
Vitamin C	90 mg	150 %	180 mg	300 %
Vitamin E	27 mg	150 %	54 mg	300 %
Niacin	15 mg	150 %	30 mg	300 %
Pantothensäure	9 mg	150 %	18 mg	300 %
Vitamin B6	2,4 mg	120 %	4,8 mg	240 %
Vitamin B2	2,2 mg	138 %	4,4 mg	276 %
Vitamin B1	1,6 mg	114 %	3,2 mg	228 %
Folsäure	300 µg	150 %	600 µg	300 %
Vitamin B12	1,5 µg	150 %	3 µg	300 %

* die Prozentangaben beziehen sich auf den Anteil der empfohlenen Tagesdosis. Quelle: www.fitness24.de

4.3.1 Einsatz und Dosierung

Wie schon erwähnt sollten Weight Gainer mit komplexen Kohlenhydraten gewählt werden. Hauptsächlich werden sie als Mahlzeitenersatz bzw. –zusatz eingesetzt um die täglich Energiebilanz auszugleichen. Weight Gainer sind in Pulverform erhältlich und können mit 300-500 ml Milch, Wasser oder natürlicher Sojamilch abgemischt. Je nach Gehalt und Menge des Pulvers nimmt man 400 bis 700 Kalorien zu einer Mahlzeit, vor oder nach dem Training zu sich. Zwischen Mahlzeiten sollte man versuchen eine Mischung von 1000 bis 1500 Kalorien zusammen zu stellen. Anhand des Produktes in Tabelle 11 bedeutet das ungefähr einer Portion von 200g Pulver mit 700ml Magermilch gemischt. Das entspricht in etwa einer gut ausgewogenen Mahlzeit. Somit kann man recht leicht berechnen, wie viel Kalorien zu sich genommen werden.

Einsatz nicht hormoneller anaboler wirksamer Substanzen
in Abhängigkeit ihrer chronobiologischen Wirksamkeit

Tabelle 12: Einnahme Empfehlungen bei Weight Gainer

Dauer	Dosierung	Zeitpunkt der Einnahme
Bei Bedarf	400-700 kcal pro Portion	mit einer kleinen Mahlzeit
Bei Bedarf	1000-1500 kcal pro Portion	Mahlzeiteratz *

* kann nicht alle Mahlzeiten des Tages ersetzen

Wenn man Weight Gainer mit einem hohen Anteil an Glucose, Saccharose oder Maltose verwendet, empfiehlt es sich aufgrund der schnellen Resorption sie kurz vor dem Training einzunehmen, da sie schnell zur Verfügung stehen und gleich verwertet werden können. Oder man nimmt es direkt nach dem Training ein, um eine schnelle Auffüllung der verbrauchten Kohlenhydrate zu erreichen. Ansonsten werden die Kalorien dieser Produkte bei Nicht Verbrauch in Körperfett umgewandelt. Bei der Anwendung von diesen Präparaten ist auch auf eine etwaige Lactoseunverträglichkeit zu achten.

5 Aminosäuren

Aminosäuren, genauer Aminocarbonsäuren, sind eine Klasse kleiner organischer Verbindungen mit mindestens einer Carboxylgruppe ($-\text{COOH}$) und mindestens einer Aminogruppe ($-\text{NH}_2$). Der Begriff Aminosäure wird üblicherweise vereinfacht als Synonym für die proteinogenen Aminosäuren verwendet, die die einzelnen Bausteine der Proteine sind. Von diesen Aminosäuren sind bisher 23 geläufig. Jedoch sind in der Klasse der Aminosäuren weit mehr als diese bekannt.

Es sind bislang 250 nicht-proteinogene Aminosäuren bekannt, die eine biologische Funktionen übernehmen (Stand: Februar 2006). Die Anzahl der künstlich erzeugten und die der theoretisch denkbaren Aminosäuren sind wesentlich größer. Aminosäuren sind im Muskelbau und dementsprechend in der Zusatzernährung von großer Bedeutung, da sie die grundlegenden Baustoffe von Peptiden und Proteinen (Eiweißen) sind. Im Großen und Ganzen werden in der Literatur zwanzig so genannte proteinogene Aminosäuren angeführt, allerdings sind inzwischen zwei weitere (Selenocystein und Pyrrolysin) dazugekommen. Bei diesen handelt es sich ebenso um α -Aminosäuren, da die Aminogruppe und die Carboxylgruppe mit demselben Kohlenstoffatom verbunden sind. (Dipasquale M., 1997)

Die Bezeichnung von Aminosäureketten als Peptide oder Proteine, wird von ihrer Länge abhängig gemacht. Bei einer Länge von circa 50 Aminosäuren spricht man im Regelfall von Peptiden. Die einzelnen Aminosäuren sind dabei innerhalb der Kette über die so genannte Peptidbindung verbunden (Dipasquale M., 1997). Durch die Nahrung zugeführte Proteine werden durch den Verdauungsprozess in Aminosäuren zerlegt. In der Leber werden sie weiter verwertet. Bei Bedarf werden sie zur Proteinbiosynthese verwendet oder abgebaut. Die vorrangigen Verarbeitungsprozesse zum Aminosäurenabbau sind:

- Transaminierung
- Desaminierung
- Decarboxylierung

Aminosäuren, die nicht im Körper selbst gebildet werden können, werden als essentielle Aminosäuren bezeichnet und können bzw. müssen über die Nahrung aufgenommen

werden. Die Aminosäuren Valin, Methionin, Leucin, Isoleucin, Phenylalanin, Tryptophan, Threonin und Lysin sind als essentiell eingestuft. Semi-essentielle Aminosäuren müssen nur bei Bedarf in bestimmten Situationen durch die Nahrung zugeführt werden, zum Beispiel während des Wachstums, bei schweren Verletzungen und bei hartem, intensivem Training (ein für diese Arbeit relevanter Punkt). Die übrigen Aminosäuren werden entweder direkt synthetisiert oder müssen durch Abbau oder Umwandlung von anderen Aminosäuren hergestellt werden. Methionin kann zum Beispiel größtenteils aus Cystein synthetisiert werden. Für Kinder ist zusätzlich zu den allgemein essentiellen Aminosäuren Tyrosin wichtig, da in dieser Altersstufe die Körperfunktion zu dessen Herstellung noch nicht genug ausgebildet ist. Es kann durch Erkrankungen, die sich auf den Aminosäurestoffwechsel negativ auswirken, dazu führen, dass nicht-essentielle Aminosäuren mit der Nahrung aufgenommen werden müssen.

Von den in Tabelle 13 genannten Aminosäuren sind laut Freidrich W: (2006 S.73) Tryptophan, Phenylalanin, Lysin, Arginin und Glutamin die wichtigsten Aminosäuren und die anabole Wirkung unterstützen, ohne sich unmöglichen Dosen unterwerfen zu müssen. Diese sollten unbedingt in Präparaten zu finden sein (Beispiel in Tabellen 15 und 16). Einige hochgepriesene Aminosäuren, wie zum Beispiel Arginin oder Ornithin, welche laut Colgan M. (1994 S.30) nur in einer derart hohen Dosis eine Wachstumshormon-freisetzende Wirkung haben und die zudem meist nur intravenös verabreicht werden können, sind somit kaum einsetzbar. Des Weiteren macht es trotzdem Sinn an einer Supplementierung mit den Aminosäuren aus Tabelle 13 festzuhalten. Da alle Aminosäuren an der Herstellung oder der Verfügbarkeit der anabol wirksamen Aminosäuren beteiligt sind.

Tabelle 13: Liste der Aminosäuren mit deren Abkürzungscode und Eigenschaft

Aminosäure	Code	Bemerkung
Alanin	Ala	nicht-essentiell
Arginin	Arg	semi-essentiell
Asparagin	Asn	nicht-essentiell
Asparaginsäure	Asp	nicht-essentiell
Cystein	Cys	nicht-essentiell*
Glutamin	Gln	nicht-essentiell
Glutaminsäure	Glu	nicht-essentiell
Glycin	Gly	nicht-essentiell
Histidin	His	semi-essentiell
Isoleucin	Ile	essentiell
Leucin	Leu	essentiell
Lysin	Lys	essentiell
Methionin	Met	essentiell
Phenylalanin	Phe	essentiell
Prolin	Pro	nicht-essentiell
Serin	Ser	nicht-essentiell
Threonin	Thr	essentiell
Tryptophan	Trp	essentiell
Tyrosin	Tyr	nicht-essentiell*
Valin	Val	essentiell

5.1 Einsatz und Dosierung

Bei den zum Großteil erhältlichen Aminosäuren handelt es sich um Mischkonzentrate, die entweder in flüssiger Form oder als Tabletten erhältlich sind. Einige wenige werden noch in Einzelform angeboten, diese werden in den weiteren Kapiteln noch detaillierter behandelt um ihr Funktion und Wirkungsweise darstellen zu können. Brendenkamp A. und Hamm A. bestätigten schon 1990, dass die direkte Gabe der Aminosäuren eine schnellere Verfügbarkeit als bei Proteinkonzentraten mit sich zieht. Hauptgrund ist das Wegfallen des Syntheseprozesses und des Aufspaltungsprozesses von Protein. Im Endeffekt stehen die Aminosäuren nach 10 – 30 Minuten zur Verfügung und somit ist ein relativ genauer Einsatz und infolgedessen eine gute Wirkung zu erzielen. Scholz A. (2003 S.48-50) empfiehlt eine Einnahme direkt vor und nach dem Training um eine schnelle Verfügbarkeit zu gewährleisten und da die, wie in dem Kapitel 4.3 beschriebenen Prozesse zur Energiebereitstellung und –versorgung der Muskeln nach Aminosäuren verlangen. Zusätzlich wird die Einnahme vor dem Schlafengehen zur Unterstützung der anti-katabolen Prozesse, die während des Ruheschlafs vor sich gehen, als sinnvoll angesehen. Als Menge gibt Scholz A. (2003 S.48-50) 1,5g pro 10kg Körpergewicht im Laufe des Tages einzunehmen (Tabelle 14).

Tabelle 14: Einnahme Empfehlung von Aminosäurenpräparate in Tablettenform

Dauer	Dosierung	Zeitpunkt der Einnahme
An Trainingstagen	1,5 g/10kg Körpergewicht pro Tag	Drei Dosen: vor und nach dem Training, vor dem Schlafen gehen
An Trainingsfreie Tage	2g	Drei Dosen, eine davon vor dem Schlafen gehen

Die Angaben von Profibodybuildern wie Mike O'Hearn im Magazin MuscleSport beschreiben eine höhere Einnahme. Dabei muss das Etikett des Produktes beachtet werden, da wie in Tabelle 15 und 16 ersichtlich ist, eine Ampulle flüssigen Aminosäuren mehr enthält als eine Tablette.

Tabelle 15: Gehalt an Aminosäuren und Nährwertangaben in Präparaten mit flüssiger Form

Aminosäuren pro Fläschchen		
L-Isoleucin (EAA, BCAA)		378 mg
L-Leucin (EAA, BCAA)		637 mg
L-Lysin (EAA)		672 mg
L-Methionin (EAA)		140 mg
L-Phenylalanin (EAA)		168 mg
L-Threonin (EAA)		505 mg
L-Tryptophan (EAA)		70 mg
L-Valin (EAA, BCAA)		371 mg
L-Alanin		392 mg
L-Arginin*		3180 mg
L-Ornithin		1500 mg
L-Asparaginsäure		770 mg
L-Cystein*		182 mg
L-Glutaminsäure		1320 mg
L-Glycin		133 mg
L-Histidin*		112 mg
L-Prolin		441 mg
L-Serin		350 mg
L-Tyrosin*		168 mg

Nährwerte	pro 100 ml	pro 1 Fläschchen
Brennwert	948 kJ (224 kcal)	237 kJ (56 kcal)
Eiweiß	48 g	12 g
davon Lactalbuminhydrolysat	29 g	7,3 g
davon BCAAs	5,5 g	1,4 g
davon L-Arginin	13 g	3,3 g
davon L-Ornithin	6 g	1,5 g
Kohlenhydrate	3,6 g	0,9 g
Fett	< 0 g	< 0 g

Tabelle 16: Gehalt an Aminosäuren und Nährwertangaben in Präparaten mit flüssiger Form

Aminosäuren pro 1 Kapsel		
L-Isoleucin (EAA, BCAA)		48 mg
L-Leucin (EAA, BCAA)		108 mg
L-Lysin (EAA)		87 mg
L-Methionin (EAA)		21 mg
L-Phenylalanin (EAA)		32 mg
L-Threonin (EAA)		53 mg
L-Tryptophan (EAA)		15 mg
L-Valin (EAA, BCAA)		49 mg
L-Alanin		49 mg
L-Arginin*		24 mg
L-Asparaginsäure		97 mg
L-Cystein*		23 mg
L-Glutaminsäure		155 mg
L-Glycin		19 mg
L-Histidin*		17 mg
L-Prolin		50 mg
L-Serin		45 mg
L-Tyrosin*		35 mg

Nährwerte	pro 100 g Produkt	pro 1 Kapsel
Brennwert	1522kJ (359 kcal)	18 kJ (4,2 kcal)
Eiweiß	80 g	932 mg
Kohlenhydrate	3 g	32 mg
Fett	3 g	38 mg

5.2 Glutamin

Glutamin zählt zu den proteinogenen Aminosäuren und wird in geringer Menge täglich über die Ernährung aufgenommen. Früher galt Glutamin als nicht-essentielle Aminosäure, da es der Körper selbst synthetisieren kann (Biesalski, Grimm, 2007 S.112). Der Großteil der Synthese findet in Lunge, Leber, Gehirn und im Skelettmuskel statt. Glutamin kommt laut Dipasquale (1997 S.131) in einer hohen Konzentration von ca. 60 % in der Skelettmuskulatur vor. Dementsprechend ist Glutamin sehr wichtig für den Muskelaufbau und den Erhalt der Muskelmasse.

Laut P.M. Hardy (1985 S.9) hält Glutamin Wasser in der Muskelzelle und bewirkt so bei körperlicher Belastung eine Vergrößerung des Zellvolumen. Die Vergrößerung wirkt für den Körper als anaboles Signal, wodurch die Protein- und Glykogenbildung gefördert wird. Neben dieser anabolen Wirkung zeigt Glutamin zusätzlich eine anti-katabole Eigenschaft, indem es bei körperlicher Belastung dem Abbau von Muskelprotein entgegen wirkt. Durch hohe körperlicher Belastung kommt es jedoch auch zu einem hohen Abfall des Glutamingehalts, was gleichbedeutend mit einem dementsprechenden Proteinabbau ist, so dass für Sportler eine anabole Wirkung verhindert wird. Ebenso verbessert sich die körperliche Regenerationsfähigkeit während des Schlafes.

Tabelle 17: Nährstofftabelle für ein Glutaminpräparat

Durchschnittlicher Gehalt	pro 100 g	pro Portion (5 g)
Brennwert	1700 kJ (400 kcal)	85kJ (20 kcal)
Eiweiß	100 g	5 g
Davon L-Glutamin	100 g	5 g
Kohlenhydrate	< 1 g	< 1 g
Fett	< 1 g	< 1 g

Quelle: www.fitness24.de

5.2.1 Einsatz und Dosierung

Stresssituationen, wie Verletzungen und Erkrankungen führen laut Castell et al. (1996) zu einem höheren Glutamin-Bedarf. Körperliches Training, wie zum Beispiel Kraftsportarten

zählen ebenso als Stresssituation. Dementsprechend klingt es sinnvoll schon eine gewisse Menge an Glutamin parat zu haben, bevor es zu einem starken Abfall und einer Beeinträchtigung der Proteinsynthese kommt. Der Bedarf ist schwer einzuschätzen, da er von der körperlichen Belastung abhängig ist. Bei einer Studie von Varnier M. et al. (1995 S.315-319) wurde mit einer Ergänzung von 10-40g eine Erhöhung des Wachstumshormon bestätigt. Ebenso gibt es positive Rückmeldungen von Profibodybuildern etwa wie Ronnie Coleman (Mr. Universe) über den Einsatz von Glutamin und sie beschrieben einen besseren „Pump“ im Training. Zum Einnahmeschema gibt es verschiedene Möglichkeiten mit unterschiedlichen Zielen(Tabelle 18):

- Gabe über den Tag verteilt von ca. 4-6 Dosierungen von 4-7g Glutamin, wobei für die Ausschüttung des Wachstumshormons, die erste Einnahme direkt nach dem Aufstehen auf nüchternen Magen erfolgen soll.
- Vor und nach dem Training jeweils 10-15g
- Laut Amores-Sanchez M.I. und Medina M.A. (1990 S.110-115) bewirkt eine tägliche Gabe von 5g eine vorsorgliche Unterstützung des Immunsystems

Tabelle 18: Einnahme Empfehlung von Glutamin

Dauer	Dosierung	Zeitpunkt der Einnahme
1te Methode regelmäßig	25g pro Tag	4-6 Gaben 1te direkt nach Aufstehen
2te Methode Regelmäßig	10-15g	Jeweils vor und nach dem Training

Glutamin ist in Kapsel- oder Pulverform erhältlich. Wobei das Pulver eher schlecht löslich ist und die Sportler es direkt in den Mund nehmen und mit Flüssigkeit hinunterspülen. Glutamin ist auch Verbindung mit Alanin und Glycin in Peptidform erhältlich, jedoch ist dann der Anteil nur mehr 60 %. Dementsprechend muss mehr Menge von dem Peptid zu sich genommen werden. Generell ist auf die Wertigkeit und die tatsächliche Menge an Glutaminen in den Produkten zu achten (Tabelle 19).

Tabelle 19: Beispiel eines 100 % Glutaminpräparates in Pulverform

Durchschnittlicher Gehalt	pro 100 g	pro Portion (5 g)
Brennwert	1700 kJ (400 kcal)	85kJ (20 kcal)
Eiweiß	100 g	5 g
Davon L-Glutamin	100 g	5 g
Kohlenhydrate	< 1 g	< 1 g
Fett	< 1 g	< 1 g

Quelle: www.fitness24.de

5.3 BCAA

bedeutet von *Branched Chain Amino Acids*, zu deutsch verzweigtkettige Aminosäuren und es handelt es sich dabei um die essentiellen Aminosäuren Leucin, Isoleucin und Valin. Diese werden hier gemeinsam behandelt, da sie handelsüblich auch in dieser Form als Präparat erhältlich sind. Sie gelangen durch die orale Verabreichung direkt in die Muskelzellen der Skelettmuskulatur, wo sie überwiegend für metabolische Zwecke verwendet werden. Unter anderem sind sie Baustoffe und machen circa 30% des menschlichen Muskelproteins aus (Mero, 1999 S.347-358).

Ausdauerleistungen mit sehr hoher Intensität können nach circa 90 Minuten zu einem starken Abfall der BCAA im Plasma und auch in den Muskelfasern führen. Dies passiert vorrangig bei sich leerenden Glykogenspeichern und muss beachtet werden wenn es mit intensivem Krafttraining kombiniert wird. Durch die Einnahme von 6 Gramm unmittelbar vor oder während einer körperlichen Leistung lässt sich der BCAA-Abfall verhindern bzw. es wird sogar je nach Dosis ein Anstieg der Plasmakonzentrationen gefunden (Smekal u. Binder, 2000, S.21-33).

Zu erwähnen sind auch die Querverbindungen zur Synthese von dem im vorhergehenden Kapitel behandelten Glutamin. Glutamin kann mit Hilfe der BCAAs gebildet werden. Glutaminsäure wird aus einem Alpha-Ketoglutarat der BCAAS aminimiert und durch die Bindung von Ammoniak wird sie zu Glutamin gewandelt. Die Supplementierung mit BCAA wirkt so gesehen auch dem Abfall der Glutaminkonzentration entgegen. Dies ist von Vorteil, weil der belastungsabhängige Anfall von Ammoniak besser verarbeitet wird und

die Immunstärke intakt gehalten werden kann (Smekal u. Binder, 2000 S.21-33).

Dadurch kommt es durch intensive körperliche Belastung zu einem Mehrbedarf an BCAAs. Vor allem besteht ein Bedarf nach dem Training für die einsetzenden anabolen Wiederherstellungsprozesse. Eine Supplementation soll einen Aminosäurenabfall während und ein Vorhandensein von BCAAs nach der sportlichen Aktivität gewerkstelligen (Riedl T., 2001).

Tabelle 20: Inhaltsvergleich von Kapselform mit Pulverform

	Leucin	Isoleucin	Valin
BCAA Pure Encapsulations®: 1 Kps	300	150	150
BCAA P.E.®: 3 g Pulver	1500	750	750
Super BCAA's Peeroton®: 1 Kps	180	330	350

5.3.1.1 Einsatz und Dosierung

Mit zunehmender Kraft-Komponente in der jeweiligen Sportart fällt der Leucin-Spiegel unter Belastung immer stärker ab. Leucin allein kann aber den Abfall des Glutamin-Spiegels nicht verhindern. Es gibt Hinweise, dass Leucin die Plasmaspiegel von Testosteron erhöht. Bei Supplementierung über einen Zeitraum von 2–3 Wochen kommt es bei gleichzeitiger Absolvierung eines täglichen Trainings zu einer Zunahme der fettfreien Körpermasse. Die tägliche Zufuhr sollte mindestens 45 mg/kg KG betragen (bisherige Empfehlung 14 mg/kg KG/Tag), Dosierungen über 200 mg/kg Körpergewicht bringen keinen zusätzlichen ergogenen Gewinn. Bei 2 bis 6-wöchiger kurzmaßiger Zufuhr von BCAA kann man vorsichtig formuliert einen ergogenen Gewinn erwarten. Es kommt zur Zunahme der fettfreien Körpermasse und zu einer Steigerung der Muskelkraft. Die Dosierungen liegen im Bereich von 10–20 g BCAA pro Tag (Tabelle 21), wobei Leucin den Hauptanteil trägt, z.B. 15,76 g Leucin plus jeweils 2,88 g Isoleucin und Valin oder 16 g Leucin plus jeweils 2 g Isoleucin und Valin (Tabelle 20). BCAA bringen auch Vorteile beim Höhenttraining, wo sie den Muskelabbau verhindern und bestimmte Muskelleistungen, wie die Sprungkraft, erhalten (Riedl T. 2001).

Tabelle 21: Einnahme Empfehlung für BCAAs

Dauer	Dosierung	Zeitpunkt der Einnahme
regelmäßig	10-20g pro Tag	Vor , nach dem Training und vor dem Schlafengehen

5.4 Ornithin-Alpha-Ketoglutarat (OKG)

ist ein Salz bestehend aus zwei Molekülen Ornithin und einem Molekül Alpha-Ketoglutarat. Gärtner H. und Pohl R. (1994) nennen für die Wirksamkeit von OKG ein Beispiel von Ärzten in Los Angeles, die zur Heilung von schweren Verbrennungen OKG verwendeten. Diese Ärzte wollten keine Steroide einsetzen und sprachen OKG eine anti-katabole und muskelaufbauende Wirkung nach. Cynober L. (1997 S.313-322) weist darauf hin, dass eine Ergänzung mit OKG an der Sekretion von wachstumsfördernden Hormonen (Insulin, GH) und der Synthese von Arginin, Ketonsäure und Polyamine beteiligt ist. Gärtner H. und Pohl R. (1994) sprechen Ornithin alleine in einer machbaren Dosis keine anabole Wirkung zu, somit muss die Substanz Alpha-Ketoglutarat unter die Lupe genommen werden. Aus Alpha-Ketoglutarat wird vom Organismus Glutamin gebildet. Wie schon in Kapitel 7.2 beschrieben, ist Glutamin sehr stark in der Muskelzusammensetzung vertreten und mit der Proteinsynthese in Zusammenhang zu bringen. Wie auch schon mehrmals erwähnt kommt es bei intensivem Krafttraining zum Abbau von Protein und eben auch Glutamin, genauso wie bei den eingangs erwähnten Verbrennungen. Somit ist die Wirkung praktisch nachgewiesen

5.4.1 Einsatz und Dosierung

Von den oben genannten Autoren wird eine Einnahme von 10g einmal pro Tag nach einer langen mahlzeitlosen Periode empfohlen (Gärtner H. und Pohl R., S.186.192). Das bedeutet früh am Morgen das Supplement zu sich zu nehmen.

Tabelle 22: Einnahme Empfehlung von Präparaten auf der Basis von OKG

Dauer	Dosierung	Zeitpunkt der Einnahme
regelmäßig	10g Tag	Nach dem Aufstehen

Angeboten wird das OKG bei diversen Firmen in Pulver- oder Kapselform. Die betrachteten Produkte in Kapselform beinhalten zwischen 750 und 1000 mg. Erwähnt sollte sein, dass die Präparate geschmacklich grausam und im Vergleich sehr teuer sind.

5.5 Gamma-Amino-Butter-Säure (GABA)

GABA steht für Gamma- Amino Butyric Acid auf Deutsch Gamma-Amino-Butter-Säure. GABA ist in großen Mengen im Hypothalamus zu finden, woraus man schließen kann, dass diese Aminosäure eine besondere Rolle bei der pituitären Funktion des Hypothalamus spielt. Der Hypothalamus befindet sich am Ende des Gehirns und regelt die instinktiven Funktionen wie Schlafzyklen, Körpertemperatur und die Tätigkeit der Hypophyse. (Arndt K. 2001).

Wie schon im Kapitel 4.4 über die Hormone erwähnt, wird das Wachstumshormon, das für Athleten von besonderer Bedeutung ist, in der Hypophyse produziert und von ihr ausgeschüttet. GABA soll in Verbindung mit anderen Aminosäuren und Nährstoffen mehr Kraft und schnellere Erholung nach intensivem Training bieten. Verschiedene klinische Studien unter anderem von Cavagnini F. et al. (1980 S.790-792) haben gezeigt, dass die Einnahme von GABA Wachstumshormone freisetzt. Diese Freisetzung von Wachstumshormonen führt wiederum zu einem Aufbau von fettfreier Körpermasse. Eine weitere Wirkung ist ein schläfriger werden bzw. eine Verbesserung der Schlafqualität

Tabelle 23: Nährstoff- und Inhaltstabelle von GABA

Nahrungsergänzung		
	1 Kapsel	% tägl. Bedarf
Calcium (als dicalcium phosphate)	45 mg	5 %
GABA (als γ -Aminobuttersäure)	500 mg	*
* tägl. Bedarf		

Quelle: www.net-fit.at

5.5.1 Einsatz und Dosierung

Gärtner H. und Pohl R. (1994) berichten von einer Studie, wobei mit einer Gabe von 5g oral verabreichten GABA ein Anstieg des Wachstumshormonspiegel auf 600 % innerhalb von 90 min. nach der Verabreichung, erzielt wurde, der bis zu drei Stunden erhalten bleibt. Gärtner H. und Pohl R. (1994) empfehlen eine Supplementierung von 3-4 g in Kapselform täglich, wobei nach dem Aufstehen maximal 1g eingenommen werden soll. Mehr könnte zu unerwünschter Schläfrigkeit führen. Die weiteren 2 bis 3g sollten kurz vor dem Schlafengehen eingenommen werden, um dann die Verbesserung der Schlafqualität und den hohen Hormonspiegel zur Erholung und dem Wiederaufbau von Muskelmasse nutzen zu können. Nach einer bis zu 12-wöchigen Anwendung ist eine 4-wöchige Pause einzuhalten. Eine Kombination mit OKG könnte eine noch bessere Wirkung mit sich bringen, da beide auf die Hypophyse wirken können ohne sich zu blockieren.

Tabelle 24: Einnahme Empfehlung von GABA Präparaten

Dauer	Dosierung	Zeitpunkt der Einnahme
12 Wochen/4Wochen Pause	3-4g* pro Tag	Max. 1g in der Früh 2-3g vor der Bettruhe
12 Wochen/4Wochen Pause	3-4g* pro Tag	Einmal vor Bettruhe

*am Etikett die Menge pro Kapsel ablesen und rechnen

6 Fettsäuren

Ein Fettmolekül besteht aus dem Alkohol Glycerin und drei Fettsäuren und werden dementsprechend Triglyceride (Neutralfette) genannt. Wie schon im Kapitel der Energiebereitstellung erwähnt wurde wird auch aus Fett, dem Depotfett des Körpers, Energie gewonnen.

Im Sport kommt dadurch den essentiellen Fettsäuren eine besondere Bedeutung zu. Durch eine richtig dosierte Gabe und vor allem durch die Auswahl der Fettsäuren kann die körperliche Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit verbessert werden.

6.1 Konjugierte Linolsäure (CLA)

Linolsäure ist eine essentielle Fettsäure, die der menschliche Körper in mehrfach ungesättigte Fettsäuren umwandeln kann. Die konjugierte Linolsäure ist keine essentielle Fettsäure, das heißt nicht lebensnotwendig. In Bodybuildingzeitschriften wird CLA, dass unter dem gleichem Namen erhältlich ist, eine bessere Wirkung beim Körperfettabbau und eine unterstützende Wirkung bei der Steigerung bzw. Erhaltung der fettfreien Muskelmasse zugeschrieben. Das Interesse wurde durch Tierstudien geweckt, da bei diesen unter verschiedenen Tierrassen ein rascher Zuwachs an fettfreier Körpermasse und einen verringerten Körperfettanteil festgestellt wurde. In einer aktuellen Studie von Oikawa D et al. (2008) konnten diese Ergebnisse bei Mäusen bestätigt werden. Dies scheint besonders für Bodybuilder und Sportler die einem Gewichtslimit unterstehen interessant zu sein.

Tabelle 25: Nährstoffgehalt

Durchschnittlicher Gehalt	pro 100 g	pro Kapsel (790 mg)
Brennwert	2785 kJ (670 kcal)	22 kJ (5,3 kcal)
Eiweiß	19 g	0,15 g
Kohlenhydrate	2 g	<0,1 g
Fett	63 g	0,5 g
davon CLA	38 g	300 mg

Quelle: www.fitness24.de

6.1.1 Einsatz und Dosierung

Bei der Gabe in einem Zeitraum von 12 Wochen und 1,8 g täglich, wurde eine Fettreduktion bei Probanden von 21,3 auf 17 Prozent beobachtet. Die Wirkung bei Personen mit einem relativ geringen Körperfettanteil konnte nicht mehr so signifikant festgestellt werden. Scholz A. (2001 S.66) setzt eine tägliche Dosis von 3-5g CLA, auf die Mahlzeiten verteilt aufgenommen, voraus um auch die anti-katabole Wirkung zu erzielen. CLA liegt in Kapselform vor, bei einem Gehalt von ca. 300mg pro Kapsel (Tabelle 25) bedeutet das ca. zehn bis 15 Kapseln. Die Einnahmedauer soll wie in der Studie bei 12 Wochen liegen

Tabelle 26: Einnahme Empfehlung von CLA-Präparaten

Dauer	Dosierung	Zeitpunkt der Einnahme
12 Wochen	3-5g pro Tag	Mit den Mahlzeiten

7 Pflanzliche Stoffe mit steroidähnlicher Wirkung

„Steroidähnliche pflanzliche Verbindungen sollen Testosteron enthalten und damit zur Optimierung oder Steigerung des körpereigenen Testosteronspiegels beitragen. Dies führt dazu, dass diese Substanzen oft als Ersatz von anabole Steroide angeboten werden.“ (Diedrich H. 2002 S.201)

In der pharmazeutischen Industrie dienen sie teilweise zur Herstellung von Hormonpräparaten. Die Inhaltstoffe dieser Pflanzen sind Sterole und keine anabolen Steroide. Sie müssen industriell behandelt werden, da sie in ihrer Ursprungsform nicht vom menschlichen Organismus angenommen werden können.

Einigen dieser Verbindungen wurde auch eine anabole Wirkung nachgewiesen, jedoch sind sie mit Vorsicht zu genießen. Aufgrund der steroidähnlichen Wirkung kann es bei einem zu hohen Anstieg von Testosteron oder der Substanz selbst (Bsp. Coffein) zu einer positiven Dopingprobe kommen.

7.1 *Tribulus terrestris*

Ist ein einjähriges Kraut, 10-50 cm hoch, mit dornigen, bitter schmeckenden Früchten. Im chinesischen Arzneibuch (1985) ist die Substanz als Arzneidroge angeführt. Als erstes Produkt enthielt es das bulgarische Tribestan, wo es auch als erstes bei bulgarischen Gewichthebern aufgetaucht ist. Heute findet man bei fast jeder Nahrungsergänzungsmittelfirma Tribulus terrestris im Programm. Diedrich H. berichtet, dass Tomowa et al. eine Steigerung der Spermatogenese in männlichen und der Fruchtbarkeit in weiblichen Ratten, hervorgerufen durch Steroide aus den Wurzeln von Tribulus Terrestris beobachtet haben. Im Fitness- und Bodybuildingbereich werden Präparate wegen seiner angeblichen anabolen Wirkung beworben. Der aufbauende Prozess soll auf der Erhöhung der körpereigenen Testosteronkonzentration basieren. Eine Studie von Milanov et al. (1981) bestätigt eine Testosteronspiegelerhöhung von 40%, aber auch einen Erhöhung des Östrogenspiegels um 81%. Jedoch sollte erwähnt sein, dass diese

Studie von der Tribestan-Herstellerfirma Sopharma finanziert wurde. Deshalb sind die Glaubwürdigkeit und die Ergebnisse mit Vorsicht zu genießen sind. Philips B. 1997 hingegen entdeckte kaum eine Erhöhung an Testosteron bzw. eine wesentlich geringere Wirkung.

Tabelle 27: Nährstofftabelle eines Präparates mit Tribulus Terrestris

Pro Kapsel sind enthalten	
Tribulus terrestris Pulver*	625 mg
Vitamine E	2 mg (20%)
Vitamin C	12 mg (20%)
Zink	1,5 mg (10%)

7.1.1 Einsatz und Dosierung

Die getestete Dosis liegt im gleichen Bereich, wie die empfohlene Dosis auf den Ergänzungspräparaten und stimmen mit den Aussagen von Bodybuildern a la Branch Warren über ein. Die Einnahme sollte zwischen 800 und 2000 mg/Tag betragen. Am besten sollte es auf drei bis vier Einzelgaben aufgeteilt werden um eine Anflutung über den ganzen Tag und somit den Testosteronspiegel auf gleichem Niveau halten zu können.

Tabelle 28: Einnahme Empfehlung für Tribulus Terrestris Präparaten

Dauer	Dosierung	Zeitpunkt der Einnahme
4 Wochen/4Wochen Pause	800 bis 2000 mg pro Tag	3 bis 4 mal gleichmäßig über den Tag verteilt

Nach einer regelmäßigen Einnahme von ca. vier Wochen, soll eine ebenso lange Pause folgen (Arndt K., 2001). Damit soll eine Gewöhnung an das Produkt und ein eventuell daraus resultierender Wirkungsverlust verhindert werden. Frauen sollten diesem Produkt aufgrund der Steigerung des Östrogenspiegels kritisch gegenüber stehen.

8 Erwähnenswerte Substanzen

In diesem Abschnitt der Arbeit werden Substanzen und Präparate beschrieben, die in Zeitschriften, auf Internetseiten und von Profibodybuildern als wirksam beschrieben werden, aber es noch keine Studien über eine tatsächliche anabole Wirkung gibt. In Zeitschriften, die hier nicht erwähnt werden um Werbung zu vermeiden, werden Studien aufgezählt, die jedoch meist von Herstellerfirmen durchgeführt wurden und somit Vorsicht bezüglich Objektivität geboten ist.

Im Zuge der Recherchen entstand der Eindruck, dass in der Bodybuildingszene regelmäßig neue Präparate auftauchen, bevor Studien erscheinen. Was auch verständlich ist, da dieser Bereich von Sportlern davon lebt neue Präparate für noch besseren Erfolg zu finden. Dementsprechend klingt es sinnvoll derartige Produkte zu beobachten und deren Entwicklung zu verfolgen.

8.1 Beta-Hydroxy-Beta Methylbutyrat (HMB)

Wird bei der Verstoffwechselung der Aminosäure Leucin (BCAA) gebildet. Dies passiert mit einem Zwischenprozess und im Endeffekt werden nur 5 % zu HMB. Studien beweisen, dass sich bei untrainierten Personen bei der Gabe von 3g HMB eine anabole Wirkung zeigten (Nissen S, Panton L., Wilhelm R., Fuller J.C., 1996). Eine von Dr. Krieder (1997) durchgeführte Studie bei 40 Footballspielern, die ebenfalls 3g HMB täglich erhielten, konnte keine positiven Ergebnisse hinsichtlich anaboler Prozesse darstellen. Als Zufuhrempfehlung gibt Arndt K. 3-6 Gramm pro Tag, verteilt auf 2 bis 3 Gaben zu den Mahlzeiten an.

Tabelle 29: Einnahme Empfehlung für HMB Präparate

Dauer	Dosierung	Zeitpunkt der Einnahme
regelmäßig	3-6g pro Tag	Auf zwei bis drei Einnahmen pro Tag aufteilen

8.2 ZMA

Zinc monomethionine aspartate and Magnesium Aspartate ist eine Mineralstoff-Aminosäurenverbindung, dem eine testosteronsteigernde Wirkung nachgesagt wird. Es besteht aus Zink- L-Monomethionin, Magnesiumaspartat und Vitamin B6.

Zink ist ein essentielles Mineral, ein Antioxidant, das Bestandteil zahlreicher Enzyme, die am Stoffwechsel, dem Zellwachstum, der Verdauung, der Testosteronproduktion u.v.m. beteiligt ist (Gärtner H. Pohl R., 1994). Damit wäre theoretisch dem Produkt eine positive Wirkung zuzuschreiben, vor allem da es bei intensivem Training zu Mangelerscheinungen von Zink kommt.

Laut Gärtner H. und Pohl R kommt es zu einem Anstieg des Testosterons und IGF-1, aber es gibt keine Studien die ein signifikantes Muskelzellwachstum beweisen.

In Fitnesszeitschriften und von Bodybuildern wird eine Dosis von 30mg Zink, 450mg Magnesium und 10,5 mg Vitamin B6 empfohlen. Also könnte es auch einzeln supplementiert werden. Die Einnahme soll etwa eine Stunde vor dem Zubettgehen erfolgen um die Verwertung zu optimieren. Eine Einnahme mit Nahrung sollte auch vermieden werden, da sowohl Zink als auch Magnesium dadurch schlechter absorbiert werden.

Tabelle 30: Einnahme Empfehlung für ZMA Präparate

Dauer	Dosierung	Zeitpunkt der Einnahme
regelmäßig	30mg Zink*, 450mg Magnesium* 10,5 mg Vitamin B6*	1 Stunde vor dem Schlafengehen

*Richtwerte, abhängig von der Menge in den Kapseln

9 Favoriten und Einsatzempfehlungen

Die nachstehenden Anwendungsempfehlungen sind als Ausgangsposition für eigene individuelle Anwendung zu sehen. Es gibt definitiv keine Patentrezepte für die Anwendung von Substanzen, die das Muskelwachstum unterstützen. Der Einsatz, der im Laufe der Arbeit genannten Substanzen und Präparate, muss für optimale Erfolge auf die Trainings- und Ernährungsgewohnheiten angepasst werden. Jede Sportart hat andere Anforderungsprofile und ist in unterschiedliche Schwerpunkte eingeteilt. Jedoch ziehen alle Sportarten eine Periodisierung mit sich, an die man den Einsatz von Nahrungszusätzen anlehnen kann.

In diesem Kapitel wird auf Phasen, wie Kraftgewinn, Masseaufbau, Diät und Regenerationstraining eingegangen. Je nach Trainingsabschnitt und Ziele werden die Basisernährung und der Einsatz der Zusatzpräparate angepasst, vor allem da auch einige Substanzen wie Kreatin einer periodischen Einnahme unterstellt werden müssen um gesundheitliche Probleme zu vermeiden.

Auf jeden Fall sollte darauf hingewiesen werden, dass diese Präparate eine ausgewogene Ernährung nicht ersetzen können, sondern nur eine Unterstützung bieten. Des Weiteren sollten Produkte wie Vitamin- und Mineralpräparate auch verwendet werden, da die Möglichkeit einer Unterversorgung besteht.

Vor dem Einsatz von Zusatzpräparaten sollte man stets einen Arzt konsultieren um einer möglichen Falschanwendung vorzubeugen.

9.1 Kraftgewinn

Das Training zum Kraftgewinn unterscheidet nicht grundlegend vom Masseaufbautraining, ist aber eher auf den Zuwachs an körperlicher Leistungsfähigkeit ausgelegt. Dementsprechend wird die Auswahl der Nahrungsergänzungsmittel getroffen (Tabelle 31). Dieser Kraftgewinn zieht natürlich auch einen Zuwachs an Muskelmasse mit sich.

Tabelle 31: Empfehlung für Kraftgewinn

Favoriten	Zusätzliche Möglichkeit
Kreatin	GABA/OKG
Aminosäuren	
Tribulus Terrestris	
Kohlenhydrate	
BCAAs	

9.2 Masseaufbau

Dieses Training zielt mittels Hypertrophietraining gezielt auf den Zuwachs von fettfreier Muskelmasse. Dementsprechend sollte man mit geeigneten Zusatzpräparaten (Tabelle 32) den Prozess bestmöglich unterstützen.

Tabelle 32: Empfehlung für Masseaufbau

Favoriten	Zusätzliche Möglichkeit
Kreatin	Gluamin
Aminosäuren	ZMA
Tribulus Terrestris	
Proteinkonzentrate und /oder Weight Gainer	

9.3 Diätphase

Viele Sportarten sind an Gewichtsklassen und wie im Bodybuilding auf besondere Ästhetik gebunden. Aufgrund dessen gibt es auch eine Trainingsphase die mit einer Diät verbunden ist. Jedoch soll dabei ausschließlich Fett reduziert werden und die Muskelmasse weiter aufgebaut oder zumindest erhalten bleiben. Um dies zu erreichen ist die Basisernährung darauf auszulegen, sprich die Fett- und Kohlenhydratzufuhr zu verminder

und die Eiweißzufuhr zu forcieren. Zusätzlich ist es wichtig in dieser Phase mit Nahrungsergänzungen, die vor allem antikatabol und bestenfalls auch anabol effektiv sind, zu arbeiten.

Tabelle 33: Empfehlung für die Diätphase

Favoriten	Zusätzliche Möglichkeit
BCAAs	CLA
Aminosäuren	
Eiprotein	

9.4 Regeneration

Jeder menschliche Organismus schreitet nach intensiven Trainingsblöcken nach Erholung. Es ist nicht möglich seinen Körper die ganze Zeit voll zu belasten. So sind immer wieder reduzierte Trainingseinheiten zu planen, in denen sich der Organismus erholen kann ohne an Muskelsubstanz zu verlieren. Aufpassen muss man auf die Ernährung, da für gewöhnlich der Trainingsumfang reduziert ist und somit auch der Kalorienverbrauch geringer ist.

Tabelle 34: Empfehlung für Regeneration

Favoriten	Zusätzliche Möglichkeit
BCAAs	Kohlenhydrate
Proteinkonzentrate	
Proteinkonzentrate	

10 Zusammenfassung

Im Zuge dieser Arbeit wurden die physiologischen Grundlagen einer Leistungssteigerung erläutert, sowie die verschiedenen Wirkungen von unterschiedlichen Präparaten zur Nahrungsergänzung, die der aufbauenden Entwicklung dienen sollen, untersucht.

Dazu ist eine anabole Stoffwechsellage erwünscht und eine hohe Leistungsfähigkeit notwendig. Beides kann durch die Ernährung und Ergänzungen positiv beeinflusst werden. Eine höhere Leistung führt zu besseren Trainingsreizen, die wiederum über die Wiederherstellung dem Muskel zum Wachstum verhelfen, was wiederum eine Leistungssteigerung bedeutet. Dementsprechend kann man Ergänzungen mit Kreatin, Kohlenhydraten und anderen erwähnten Stoffe befürworten. Mittel wie Tribulus Terrestris oder Aminosäuren, die den Hormonstoffwechsel beeinflussen sind als hilfreich einzustufen. Ebenso gilt für den Muskelaufbau und die Wiederherstellung von Muskelzellen, dass Protein und wiederum die Aminosäuren sowie Weight Gainer für sinnvoll zu betrachten sind. Der Einsatz und die Sinnhaftigkeit muss von den Sportlern/innen selbst entschieden werden. Je nach Sportart sind unterschiedliche Prioritäten zu setzen und dementsprechend findet die Zusatzernährung ihren Einsatz. Im Bodybuilding steht definitiv der ästhetische Beweggrund als Motiv für den Einsatz von Hilfsmitteln im Vordergrund, während in Sportarten mit Gewichtsbestimmungen, wie Judo, Ringen, Boxen, Gewichtheben, usw. der anabole Effekt stark kontrolliert werden muss und mehr zur effektiven Kraftentwicklung als zur Gewichtherhöhung dienen soll. Leichtathleten oder Schwimmer die Kraft mit einem gewissen optimalen Körperbau kombinieren müssen, werden sich ebenso den Einsatz von Präparaten mit anabolen Effekten genau überlegen und gut dosieren müssen. Dies sind nur einige wenige Beispiele aus der Sportwelt, in der Nahrungsergänzungsmittel häufig zum Einsatz kommen.

Alle Ergänzungen und Hilfsmittel sind ohne hartes Training und eine ausgewogene Grundernährung nicht effektiv.

Gerade was die Nahrungsergänzung betrifft, werden noch viele andere Substanzen, deren Wirkungsweise nicht wissenschaftlich belegt ist und die potentiell gefährlich sein können propagiert, wobei man den psychologischen Aspekt nicht vergessen darf, der beim

sensiblen Leistungssportler, aber genauso beim ehrgeizigen Hobbysportler eine große Rolle spielt. Jedes Mittel, das eine Leistungssteigerung verspricht, wird in oftmals ohne kritische Rückfragen auf Sinnhaftigkeit angewendet (das gilt auch für die eigentlichen Dopingpräparate). Dabei ist es durchaus erlaubt und oft auch zweckmäßig, sich den Placeboeffekt, der immerhin wissenschaftlich bewiesen ist, und auf dem die meisten "Wundermittel" beruhen, zunutze zu machen. Wenn ein Sportler an etwas glaubt, wird es ihm auch helfen (wie es auch auf Patienten zutrifft). Das heißt aber auch, dass er sich nicht zu sehr darauf verlassen soll. Bevor sich ein Sportler oder Trainer enthusiastisch auf neue „Wundermittel“ konzentriert, sollte er eines nicht vergessen:

Die entscheidende Voraussetzung für die individuell bestmögliche Leistungsfähigkeit bleibt - neben den genetischen Anlagen, dem so genannten "Talent" - nach wie vor ein der medizinischen Trainingslehre entsprechendes Training, das sportwissenschaftlich und trainingsmethodisch optimal durchgeführt wird. Bleibt zuletzt noch die sportethische Frage offen, ob eine unphysiologisch hoher Dosierung, die eine Leistungssteigerung bewirken kann, nicht eigentlich als Doping betrachtet werden sollte, wie es bei Anwendung anderer körpereigener Substanzen wie Testosteron oder Wachstumshormonen der Fall ist. Darüber kann man diskutieren und "philosophieren".

Eines steht fest: Ein "Wundermittel" ist unter den in der Arbeit behandelten Substanzen sicherlich nicht und eine realistische Sichtweise sollte aufrecht gehalten werden. Es kann Training weder ersetzen noch erleichtern, im Gegenteil, damit kann und muss intensiver trainiert werden, um den gewünschten Effekt zu erzielen. Studien, Aussagen und Erfahrungswerte von Sportlern sind immer kritisch zu betrachten und sollten hinterfragt werden. Es werden immer mehr Dopingfälle publik und in Büchern wie von Arndt. K (Steroide, 1997) wird von Bodybuildern der Einsatz von Steroiden zugegeben.

Abschließend kann man sagen, dass die Sinnhaftigkeit seiner Anwendung von Sportart und Zielsetzung abhängt. Auch die Wirksamkeit ist individuell.

Der Sportler muss selbst damit Erfahrung sammeln und entscheiden, ob die Zufuhr anabol wirksamer Substanzen ihm einen entscheidenden Nutzen bringt.

11 Literaturverzeichnis

- Arndt, K. (2001). *Handbuch Nahrungsergänzungen*. Arnsberg: Novagenics Verlag
- Biesalski H.K., Grimm P. (1999). *Taschenatlas der Ernährung*. Stuttgart: Georg Thiem Verlag
- Colgan M. (1993). *Optimum Sports Nutrition*. Advanced Research Press
- Colgan M (1994) *Muscular Development*. Advanced Research Press
- Diedrich H. (2002). *Nahrungs-Ergänzungsmittel*, Köln: Sport und Buch Strauß
- DiPasquale M. (1997). *Amino Acids und Proteins for Athlete – The Anabolic Edge*. CRC Press
- Eskin N. A. M. (2006). *Dictionary of nutraceuticals and functional food*. Boca Raton: CRC Press
- Findeisen D. G. R., Linke P.-G., Pickenhain L. (1980). *Grundlagen der Sportmedizin*. Leipzig: Barth Verlag
- Freidrich W. (2006). *Optimale Sporternährung, Grundlagen für Leistung und Fitness im Sport*. Ballingen: Spitta Verlag
- Gärtner H. & Pohl R. (1994). *Der Steroidersatz*. Heilbronn: Sportverlag Ingenohl
- Gallaway S. (1997). *The Steroid Bible*. Sacramento: BI Press
- Konopka, P. (1996). *Sporternährung*. München: BLV Verlagsgesellschaft
- Scholz, A. (2003). *Musclefood*. München: Knaur Ratgeber Verlage

Weineck J. (2004). *Optimales Training. (14. Auflage)* Baslingen:Spitta Verlag

Weineck J. (2004). *Sportbiologie. (9. Auflage)* Baslingen:Spitta Verlag

Amores-Sánchez MI, Medina MA. (1999). Glutamine, as a precursor of glutathione, and oxidative stress. *Mol Genet Metab.* 6, 100-105.

Balsom P.D., Ekblom B., Soederlund B., Sjoedin K., Hultman E. (1993). Creatine supplementation and dynamic high-intensity intermittent exercise. *Scand. J. Med. Sci. In Sports*, 3. S. 143-149

Bhasin S., Storer T. W., Berman N., Callegari C., Clevenger B., Phillips J., Bunnell T. J., Tricker R., Shirazi A., Casaburi R. (1996). The effects of supraphysiologic doses of testosterone on muscle size and strength in normal men. *N Engl J Med.* 7, 1-7.

Bigard AX, Satabin P, Lavier P, Canon F, Taillandier D, Guezennec CY. (1993). Effects of protein supplementation during prolonged exercise at moderate altitude on performance and plasma amino acid pattern. *Eur J Appl Physiol Occup Physiol.* 1, 5-10.

Biolo G., Declan Fleming R.Y., Wolfe R.R. (1995) Physiologic hyperinsulinemia stimulates protein synthesis and enhances transport of selected amino acids in human skeletal muscle. *J Clin Invest.* 2, 811-819.

Binder C., Smekal G. (2000). Die verzweigtkettigen Aminosäuren und ihre Rolle im Leistungssport. *Österreichisches Journal für Sportmedizin*, 3. 21-33

Binzoni T, Ferretti G, Schenker K, Barbalat F, Hiltbrand E, Cerretelli P. (1992). Metabolic transient studies by NMR. *Int J Sports Med.* 10, 155-157

Binzoni T, Ferretti G, Schenker K, Cerretelli P. (1992). Phosphocreatine hydrolysis by ³¹P-NMR at the onset of constant-load exercise in humans. *J Appl Physiol.* 10. 1644-1649.

Binzoni T, Cerretelli P. (1991). Muscle 31P-NMR in humans: estimate of bias and qualitative assessment of ATPase activity. *J Appl Physiol.* 11, 1700-1704.

Bounous G, Batist G, Gold P. (1991). Whey proteins in cancer prevention. *Cancer Lett.* 5, 91-94.

Bounous G, Batist G, Gold P. (1989). Immunoenhancing property of dietary whey protein in mice: role of glutathione. *Clin Invest Med.* 6, 154-161.

Brönnimann, M. (1998). Kreatin statt Doping. *Leistungssport*, S.8-10.

Cavagnini F, Benetti G, Invitti C, Ramella G, Pinto M, Lazza M, Dubini A, Marelli A, Müller EE. (1980). Effect of gamma-aminobutyric acid on growth hormone and prolactin secretion in man: influence of pimozide and domperidone. *J Clin Endocrinol Metab.* 10, 789-792.

Cynober L, Lasnier E, Le Boucher J, Jardel A, Coudray-Lucas C. (2007) Effect of ornithine alpha-ketoglutarate on glutamine pools in burn injury: evidence of component interaction. *Intensive Care Med.* 3, 538-541.

Cynober L. (1997). Ornithine alpha-ketoglutarate in nutritional support. *Nutrition* 5, 312-322

Deutekom M., Beltman J. G. M., de Ruiter, de Koning J. J., de Haan A. (2000). No acute effects of short-term creatine supplementation on muscle properties and sprintperformance. *Europ. Journal Appl. Physiol.* S. 223-229 Springer Verlag

Dragan GI, Vasiliu A, Georgescu E. (1985). Researches concerning the effects of Refit on elite weightlifters. *J Sports Med Phys Fitness.* 12, 246-250

Greenhaff P.L., Bodin K., Soderlund K., Hultman E., (1994). The effect of oral creatine supplementation on skeletal muscle phosphocreatine resynthesis, *Am. J. Physiol.*, 266: S.725-730.

Häussinger D., Lang F. (1991). Cell volume in the regulation of hepatic function: a mechanism for metabolic control. *Biochim Biophys Acta.* 12, 331-350

Mahler M. (1985). First-order kinetics of muscle oxygen consumption, and an equivalent proportionality between QO_2 and phosphorylcreatine level. Implications for the control of respiration. *J Gen Physiol.* 7,135-165.

Javierre C., Lizarraga M.A., Ventura J.L., Garrido E., Segura R. (1997). Creatine supplementation does not improve physical performance in a 150 m race. *Rev. Esp. Fisiol.* 53, S.343-348

Koshy, K.M./Griswold, E./Schneeberger, E.E. (1999). Interstitial nephritis in a patient taking creatine. *N. Engl. J. Med.* 340. 814f.

Melchior, W. (1996). Die Bedeutung von Creatin für die körperliche Leistungsfähigkeit. *Leistungssport*, S.4-11.

Mero A.(1999). Leucine Supplementation and intensive Training. *Sports Med.* 6. 347-358

Meyer R. A., Brown T.R., Krilowicz B.L., Kushmerick M.J. (1986). Phosphagen and intracellular pH changes during contraction of creatine-depleted rat muscle, *Am J Physiol* 250. S. 264-274.

Mujika I., Chatard J., Lacoste L., Barale F., Geyssant A. (1996). Creatine supplementation does not improve sprint performance in competitive swimmers. *Medicine and Science in sports and Exercise* , S. 1435-1441

Redondo D.R., Dowling E.A., Graham B.L., Almada A.L., Williams M.H. (1996). The effect of oral creatine monohydrahte supplementation on running velocity. *Int. J. Sport Natr.* 6. S. 175-179

Schek, A. (2000). Kreatin-Supplemente für jedermann?. *Leistungssport*, 30, S.58-61.

Tomowa MP, Botschewa DM, Zaikin WG, Wulfson NS. (1977) Steroid saponines and sapogenines. V. Hecogenin from *Tribulus terrestris*. *L. Planta Med.* 11, 223-224.

Tomowa MP, Panowa D, Wulfson NS. (1974) Steroid saponines and sapogenins. IV. Saponines from *Tribulus terrestris*. *Planta Med.* 5, 231-237

Wallimann T, Hemmer W. (1994). Creatine kinase in non-muscle tissues and cells. *Mol Cell Biochem.* 4/5. S.193-220.

Wallimann T. (2007) Creatine: a cheap ergogenic supplement with great potential for health and disease *Subcell. Biochem.* 46: (nicht veröffentlicht)

Varnier M, Leese GP, Thompson J, Rennie MJ. (1995) Stimulatory effect of glutamine on glycogen accumulation in human skeletal muscle. *Am J Physiol.* 8, 309-315.

Young VR, Wayler A, Garza C, Steinke FH, Murray E, Rand WM, Scrimshaw NS. (1984) A long-term metabolic balance study in young men to assess the nutritional quality of an isolated soy protein and beef proteins. *Am J Clin Nutr.* 1, 8-15.

Hardy P.M., Barrett G.C.(1985). The Protein Amino Acids in *Chemistry and Biochemistry of the Amino Acids*, Chapman and Hall

Yoshiharu Izumi, Ichiro Chibata und Tamio Itoh: Herstellung und Verwendung von Aminosäuren, *Angewandte Chemie* 90 (1978) 187-194; *Angewandte Chemie International Edition in English* 17, 176–183.

Moosburger K.A. (1995). Die muskuläre Energiebereitstellung im Sport. *Sportmagazin 1*

Recherchen in den Zeitschriften Muscle and Fitness, Flex, Muscle Sport

Internetseiten:

Supplements A–Z.: In: Supplement watch. Zugriff am 5. Mai 2002
unter <http://www.supplementwatch.com>.

www.fitness24.de

www.leistungssport.com (Dick C., 2003 *Kreatin Supplementation*)it

www.net-fit.at

www.ultimate-nutrition.de

www.peeroton.at

12 Anhang

a. Eidesstaatliche Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich meine
Diplomarbeit ohne fremde Mithilfe
Und nur unter Verwendung der angegebenen
Literatur geschrieben habe.

Jürgen Brandstötter

b. Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Superkompensation (3) und richtige Belastungsreize	8
Abbildung 2: Darstellung der tageszeitabhängigen Leistungsbereitschaft	9
Abbildung 3: Stoffwechselwege der energieliefernden Nahrungsstoffe.....	11
Abbildung 4: Lage der Hormondrüsen.....	17

c. Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Energieumsatz/Tag in verschiedenen Sportarten (Weineck J. 2004).....	14
Tabelle 2: Beweis für die kalorienarme Zufuhr bei reinem Kreatinmonohydrat	27
Tabelle 3: Einnahme Empfehlung von Kreatin mit Ladephase.....	28
Tabelle 4: Einnahme Empfehlung von Kreatin	28
Tabelle 5: ernährungsphysiologische Schwerpunkte der Basisernährung bei verschiedenen Sportartgruppen (Weineck J. 2002).....	31
Tabelle 6:Nährstoffangaben für ein Kohlenhydratpräparat in Gel-Form	33
Tabelle 7:Einnahme von Kohlenhydratpräparaten	35
Tabelle 8: Biologischer Wertigkeit von Proteinpräparaten	36
Tabelle 9: Nährwertangabe eine Whey Protein Produkts.....	40
Tabelle 10: Einnahme Empfehlung von Proteinpräparaten.....	41
Tabelle 11: Beispiel einer Nährstofftabelle eines Weight Gainer Produktes	43
Tabelle 12: Einnahme Empfehlungen bei Weight Gainer.....	44
Tabelle 13: Liste der Aminosäuren mit deren Abkürzungscode und Eigenschaft	47
Tabelle 14: Einnahme Empfehlung von Aminosäurenpräparate in Tablettenform.....	48
Tabelle 15: Gehalt an Aminosäuren und Nährwertangaben in Präparaten mit flüssiger Form	50
Tabelle 16: Gehalt an Aminosäuren und Nährwertangaben in Präparaten mit flüssiger Form	51
Tabelle 17: Nährstofftabelle für ein Glutaminpräparat	52
Tabelle 18: Einnahme Empfehlung von Glutamin	53
Tabelle 19: Beispiel eines 100 % Glutaminpräparates in Pulverform.....	54
Tabelle 20: Inhaltsvergleich von Kapselform mit Pulverform.....	55
Tabelle 21: Einnahme Empfehlung für BCAAs.....	56
Tabelle 22: Einnahme Empfehlung von Präparaten auf der Basis von OKG	57
Tabelle 23: Nährstoff- und Inhaltstabelle von GABA.....	58
Tabelle 24: Einnahme Empfehlung von GABA Präparaten.....	58
Tabelle 25: Nährstoffgehalt	59
Tabelle 26: Einnahme Empfehlung von CLA-Präparaten.....	60
Tabelle 27: Nährstofftabelle eines Präparates mit Tribulus Terrestris	62

Einsatz nicht hormoneller anaboler wirksamer Substanzen
in Abhängigkeit ihrer chronobiologischen Wirksamkeit

Tabelle 28: Einnahme Empfehlung für Tribulus Terrestris Präparaten	62
Tabelle 29: Einnahme Empfehlung für HMB Präparate	63
Tabelle 30: Einnahme Empfehlung für ZMA Präparate	64
Tabelle 31: Empfehlung für Krafgewinn.....	66
Tabelle 32: Empfehlung für Masseaufbau.....	66
Tabelle 33: Empfehlung für die Diätphase.....	67
Tabelle 34: Empfehlung für Regeneration	67

d. Lebenslauf



Persönliche Daten:

Jürgen Brandstötter

Untere Dammgasse 13

4431 Haidershofen

Tel. +43 676 884412 82

Geboren: 30.06.1978 in Steyr

Familienstand: ledig

Staatsbürgerschaft: Österreich

Präsenzdienst: abgeleistet (1998 – 1999, Mautern)

Schul Ausbildung:

1985 – 1988 VS In Haidershofen

1989 – 1993 Realgymnasium, Steyr

1994 – 1998 HtBLA für Elektrotechnik Informatik, Steyr

02_2000 Studium für Sportwissenschaften, Studienzweig
Prävention/Rekreation, Universität Wien

Berufsausbildung:

2003 Ausbildung zum staatlich geprüften Segeltrainer mit
Auszeichnung absolviert

Sportlicher Werdegang:

1991	mit dem Surfbrett machte ich meine erste Berührung mit den Elementen Wasser und Wind
1993	420er
1993 – 1998	Laser Radial
2000 - 2004	Laser Standard (zahlreiche int. Auftritte und Begleitung der Olympiakampagne von Andreas Geritzer, Silbermedaille in Athen)
2005 – 2007	Olympiakampagne als Vorschoter am 49er mit Florian Kohout

Beruflicher Werdegang:

seit Herbst 2001	Trainer im UYCNs Klasse Optimist
seit 2003	LSV-Trainer für die Sparte Optimist
seit 2004	Trainer des sail4win Teams in der Klasse Optimist diverse Laser Radial Betreuungen im Auftrag ÖSV
seit Herbst 2007	Trainer des österreichischen Olympiakaders 470er
Sommer 2008	Teil des Trainerteams des Österreichischen Segelverbandes bei den Olympischen Spielen in China

e. Abstract

Diese Arbeit beschäftigt sich mit Substanzen, Präparaten und Nahrungsergänzungsmitteln, die eine anabole Wirkung haben bzw. unterstützen sollen.

Zu diesem Zweck werden Bücher, Zeitschriften und das Internet nach Information untersucht, wobei das Bodybuilding bzw. der Bereich, wo es um die ästhetische Körperformung geht, am offensten mit diesem Thema umgeht. Dementsprechend wurden in Frage kommenden Substanzen ausgewählt und versucht, die Erfahrungswerte und Behauptungen von Athleten mittels wissenschaftlicher Studien und Untersuchungen zu bestätigen.

Ziel war eine Dokumentation wirksamer Dosen und wie die zeitliche Verabreichung erfolgen soll.

Abstract (english)

This paper is about substances, preparations and nutrition supplements and their effects on anabolic processes.

For this purpose, books, magazines and articles in the Internet had to be checked. The group of Bodybuilders or people with the goal of body styling is most open-minded. According to this, the important substances were chosen to compare the experience and statements from athletes with science-based studies.

The focus of this paper was to document the correct doses, the timetable and the duration of the intake from the effective preparations.