

CREATIN+ENERGIESTOFFWECHSEL

CREATIN IN DER NAHRUNGSERGÄNZUNG

Geschichte des Creatins im Sport

Schon in der Antike aßen die „Sportler“ das Fleisch solcher Tiere, deren Leistungsfähigkeit der eigenen gewünschten Leistungsfähigkeit nahekam. Heute wissen wir, dass sehr spurtschnelle Tiere meist deutlich mehr Creatin im Muskelfleisch aufweisen, als langsame Tiere. Tatsächlich kann der Mensch durch den Verzehr von rohem, creatinreichem Fleisch oder durch Creatin-Nahrungsergänzungen (5 Tage je 5g Creatin) den Creatinbestand in seinem Muskel um ca. 50% anheben (Harris, 1992). Als chemisch definierte Substanz wurde Creatin um 1832 von CHEVREUL als geschmacksgebende Komponente von Fleischbrühe entdeckt und erhielt seinen Namen nach dem griechischen Wort „kreas“ für Fleisch.

Der gezielte Einsatz von Creatin als Nahrungsergänzung für Sportler begann bereits in den sechziger Jahren mit bahnbrechenden Untersu-

ATP und Creatinphosphat zusammen reichen normalerweise aus, um etwa 3 - 8 Sekunden maximale Muskularbeit zu gewährleisten.

Für die weitere Arbeit ist der Muskel auf die Energiebereitstellung aus dem anaeroben/aeroben Kohlenhydratstoffwechsel und aus der grundsätzlich aeroben Fettverbrennung angewiesen.

Die Regeneration von ADP zu ATP durch Creatinphosphat hat noch einen wichtigen Zweiteffekt: Hierbei wird Säure (H+) verbraucht, so dass ein hoher Bestand an Creatinphosphat zugleich auch einer Übersäuerung der Muskelzelle bei hohem Energieumsatz und Energienachschub durch anaerobe Verstoffwechslung von Glukose entgegenwirkt.

Damit wirkt Creatinphosphat zugleich zellschützend und leistungsstabilisierend, wenn anaerober Kohlenhydratstoffwechsel an der Energiegewinnung beteiligt ist.

In Abhängigkeit von der Intensität der Belastungsintensität und dem Trainingszustand werden unterschiedliche Stoffwechselwege beschritten:

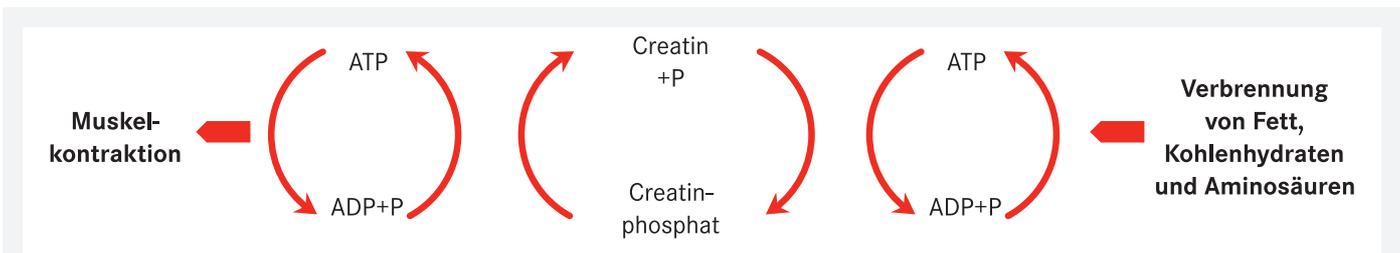


Abbildung 1: Energiestoffwechsel aus Kohlenhydraten, Fetten und Aminosäuren

chungen des schwedischen Leistungsphysiologen HULTMAN (1967) und geriet dann zunächst in Vergessenheit.

Erst ab 1992 haben die HULTMAN-Schüler SÖDERLUND, GREENHAFF und HARRIS systematische Studien durchgeführt und publiziert.

Wofür braucht der Sportler Creatin

Der Mensch verfügt über zwei wesentliche Speicher für sofort verfügbare Energie: das Adenosintriphosphat (ATP) und das Creatinphosphat. Die Muskelfasern beziehen die Energie für ihre Kontraktionsarbeit stets vom ATP, so dass die sportmedizinischen Untersuchungen lange Zeit allein auf das ATP ausgerichtet waren. Der Vorrat an ATP im Muskel ist aber sehr gering (etwa 4 mg pro Gramm Muskel) und würde nur wenige Kontraktionen bzw. max. etwa 1 Sekunde intensive Muskularbeit (STRAUSS, 1983) ermöglichen.

Als weiteren Speicher für rasch verfügbare Energie hat der Körper das Creatinphosphat. Der Vorrat im Muskel ist etwa 5 mal so hoch, wie der ATP-Vorrat (jeweils in mmol ausgedrückt; WEICKER, 1994).

Außerdem kann das Creatinphosphat 20% mehr Energie bereitstellen als ATP, so dass die sofort verfügbare Energie zu etwa 15% auf vorrätigem ATP und zu 85% auf vorrätigem Creatinphosphat beruht (nach SCHLIEPER, 1982 berechnet).

ATP und Creatinphosphat stehen in einem chemischen Gleichgewicht (Abbildung 1): Bei ATPMangel wird automatisch die Energie des Creatinphosphates genutzt, um ATP zu regenerieren. Andererseits wird der Creatinphosphatspeicher in Ruhephasen durch frisches ATP aus dem Energiestoffwechsel der Kohlenhydrate und der Fette wieder hergestellt.

Sehr hoher Energiebedarf: vorwiegend anaerob= (ohne Verbrauch von Sauerstoff) Energiegewinnung aus Kohlenhydraten unter Milchsäurebildung

Hoher Energiebedarf: vorwiegend anaerobe Energiegewinnung aus Kohlenhydraten und daneben Fettverbrennung

Mäßiger Energiebedarf: gleichgewichtige Energiegewinnung aus aerob= (unter Verbrauch von Sauerstoff) Kohlenhydratstoffwechsel und Fettverbrennung

Geringer Energiebedarf: vorwiegend Energiegewinnung aus Fettverbrennung und etwas aerober* Kohlenhydratstoffwechsel

Die zellschützende Wirkung des Creatinphosphates ist also umso wichtiger, je *intensiver* der Energieumsatz ist.

Ist der Creatinvorrat im Muskel durch Training steigerbar?

Bei den meisten leistungsentscheidenden biochemischen Vorgängen im Menschen kann durch angemessenes Training eine Optimierung erreicht werden. Daher wurde zunächst angenommen, dass ein längerfristiges Schnellkrafttraining zu einer Vergrößerung des Creatinvorrates im beanspruchten Muskel führt. Untersuchungen haben aber ergeben, dass keine wesentliche Vergrößerung eintritt (WIEBKE, 1995).

Soweit bei langfristigem Training es sich eine gewisse Erhöhungen der Creatinkonzentration ergeben hat, ist dies auf eine Hypertrophie (Volumenvermehrung) der creatinreicheren so genannten schnellen Muskelfasern unter Schnellkrafttraining zu erklären. Der Creatin Gehalt ist also im Wesentlichen eine muskelfasertypspezifische, genetisch bestimmte Konstante, die nur durch Ernährungsmaßnahmen beeinflussbar ist (WIEBKE, 1995).

Wie kann der Creatinvorrat im Muskel gesteigert werden?

Der Mensch verfügt über einen Creatinvorrat von ca. 120 - 140 Gramm. Hiervon werden täglich etwa 1,5 - 2 Gramm über Creatinin abgebaut und mit dem Urin ausgeschieden. Diese Menge kann durch Eigensynthese in Leber und Bauchspeicheldrüse ausgehend von den Aminosäuren Arginin und Glycin (siehe AMINOFIT!) teilweise ersetzt werden. Die Hauptmenge muss jedoch mit der Nahrung zugeführt werden, da die Eigensynthese max. etwa 1 Gramm erreicht.

Creatingehalt in frischem Muskelfleisch			
		in mg/100g	Referenz
Fische	Scholle	200	BALSOM (1994)
	Kabeljau	300	BALSOM (1994)
	Tunfisch	400	BALSOM (1994)
	Lachs	450	BALSOM (1994)
	Hering	650 - 1000	BALSOM (1994)
Säugetiere	Mensch, untrainiert, Quadrizeps	1600	BALSOM (1994)
	- im vastus lateralis -	300 - 350	BALSOM (1994)
	Rind, Stalltiere	ca. 450	BALSOM (1994)
	Rind, freilebend	bis 700	BELITZ (1992)
	Schwein, Stalltiere	500	BALSOM (1994)

Tabelle 1

Neue wissenschaftliche Literatur zur Creatin-Nahrungsergänzung bei Sprintsportbelastungen			
Autor	Quelle	Sportart	Ergebnis
AASERUD, R. et. al.	Scand. J. Med. Sci. Sports 8 (1998), 247 - 251	Handball	mehr Sprintleistung
EARNEST, C. P. et. al.	J. Strength and Conditioning Research 11 (1997), 234 - 238	Sprintsport	verlängerte anaerobe Leistung
ENGELHARDT, M.; G. NEUMANN et. al.	Med and Science in Sports and Exercise 30 (1998), 1123 - 1129	Triathlon	verbesserte anaerobe Leistung
KREIDER, R. B. et. al.	Med and Science in Sports and Exercise 30 (1998), 73 - 82	Kraftsport + Sprintsport	mehr Muskelmasse und Kraft; mehr Sprintleistung
ÖÖPIK, V. et. al.	Eur. J. Appl. Physiol. 78 (1998), 83 - 92	Gewichtsklassen-Sportarten	kein Nutzen unter starker Dehydrierung
PEYREBRUNE, M. C. et. al.	J. Sports Science 16 (1998), 271 - 279	Schwimmer	mehr Sprintleistung
SMITH, J. C. et. al.	Eur. J. Appl. Physiol. 77 (1998), 360 - 365	Radsprint	mehr Sprintleistung
VANDEBUERIE, B. et. al.	Int. J. Sports. Med. 19 (1998), 490 - 495	Radsprint	mehr Sprintleistung

Tabelle 2

Das bedeutet auch, dass vegetarisch ernährte Sportler einen erniedrigten Creatinvorrat haben und daher bei Schnellkraftleistungen benachteiligt sind (siehe hierzu Tabelle 1).

Umgekehrt kann durch eine Ernährung mit hohem Anteil an rohem Fleisch der Creatinvorrat deutlich gesteigert werden. Ein solch hoher Fleischkonsum ist aber aufgrund anderer Inhaltsstoffe des Fleisches (z.B. Fett und Purin) gesundheitlich nicht ratsam.

Hinzu kommt, dass nur rohes Fleisch so hohe Creatinhalte aufweist uns sein Verzehr aus hygienischen Gründen derzeit problematisch ist. Daher bietet sich eine Nahrungsergänzung mit reinem Creatin oder mit einem sinnvoll zusammengesetzten Creatindrink an.

Wie hoch sollte die Creatinzufuhr beim Sportler sein?

Die vorliegenden Befunde zeigen, dass eine Erhöhung des Creatinvorrates um bis zu 50% relativ leicht erreichbar ist (Abbildung 2). Während hierzu früher Tageszufuhren von 20 Gramm Creatin empfohlen wurden (z.B. noch von SÖDERLUND, 1994 und von GREENHAFF, 1994), hat nach neueren Untersuchungen eine 14 bis 30-tägige Nahrungsergänzung mit täglich 3 - 5 Gramm fast den gleichen Effekt (BALSOM und SÖDERLUND, 1994).

Die normale Creatinkonzentration im Muskel beträgt bei Mischkost etwa 300mg pro 100g Muskel.

Bei maximaler Sättigung kann eine Creatinkonzentration von etwa 420 - 450mg pro 100g Muskel erreicht werden. In Kenntnis dieser Tatsache sind die Ergebnisse verschiedener Studien aus der Arbeitsgruppe BALSOM/HULTMAN sehr aufschlußreich: Die Ergebnisse wurden in den 20g-Versuchen unter 4 x Gabe von 5 Gramm erreicht. Bei einer

Aufteilung in 3g-Portionen wäre eine höhere Effektivität zu erwarten, da hohe Einzelzufuhren zu höheren Verlusten mit dem Urin führen. Aus der Abbildung 3 ist zu entnehmen, dass bei Einzelmengen von 3-3,5g (= 1/2 Portion Creatin-Energy) anfangs etwa 75% der zugeführten Creatinmenge in der Muskulatur gespeichert werden.

Leistungssteigerung bei Intervallbelastung:

BALSOM (1993) untersuchte die Leistungsverbesserung durch Nahrungsergänzung mit 5 x 5g Creatinmonohydrat nach 6 Tagen. Beobachtet wurde die Leistungsfähigkeit in 10 Intervallbelastungen von je 6 Sekunden bei der sehr hohen Belastungsintensität von 880 Watt bei 140 Pedalumdrehungen pro Minute.

Die Abbildung 4 aus der Originalarbeit zeigt, dass die Leistung unter Creatingabe nur geringfügig abfiel, während sie in der Gruppe ohne Creatin um über 15% absank.

Auch bei anderen Testbedingungen wurde eine leistungssteigernde Wirkung einer hochdosierten Creatin-Nahrungsergänzung gefunden (Einzelheiten bei BALSOM, 1994).

Leistungssteigerung bei Ausdauerbelastung:

Bei typischen Ausdauerbelastungen mit kontinuierlicher Leistungsintensität konnte kein leistungssteigernder Effekt nachgewiesen werden (BALSOM, 1994). Es ist aber davon

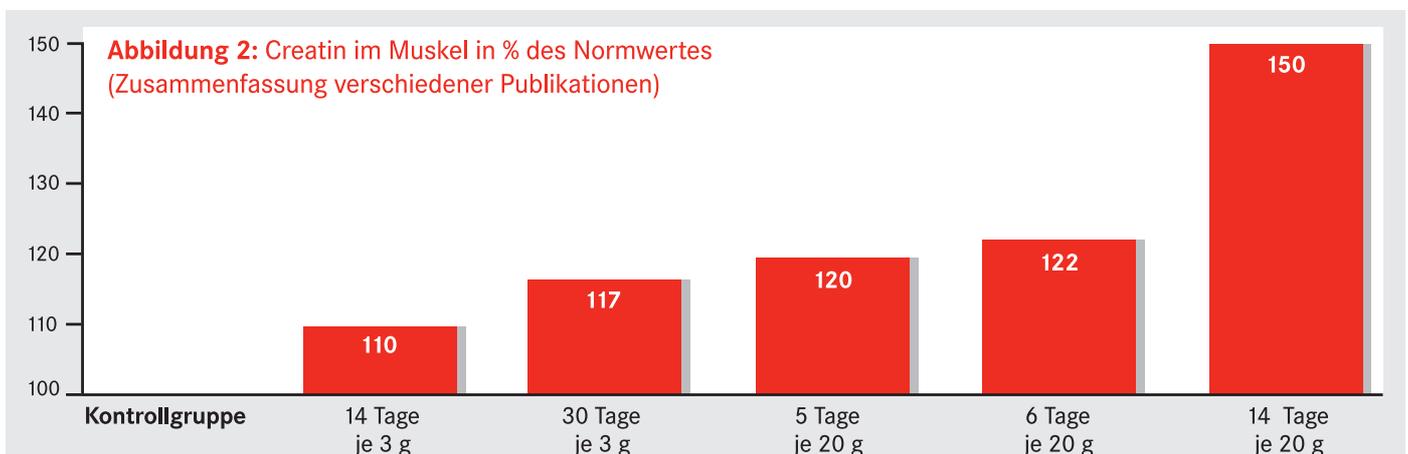
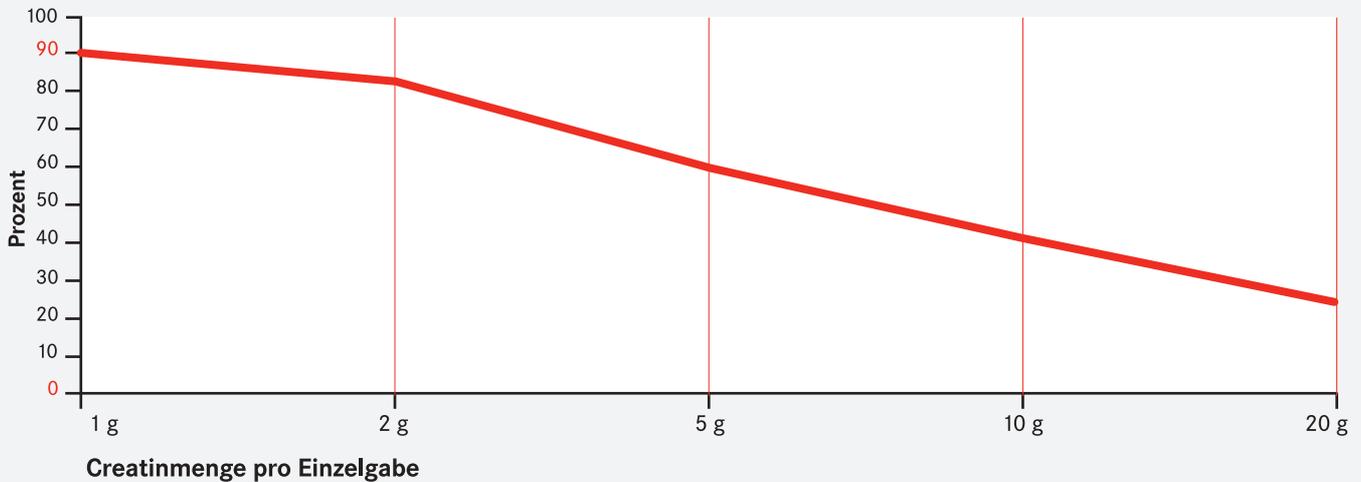


Abbildung 3: Muskuläre Aufnahme von Creatin



auszugehen, dass durch die Vergrößerung der Basenreserve auch diese Sportler zumindest dahingehend profitieren, dass weniger Membranschäden auftreten und damit die Regenerationszeit verkürzt wird. Eine direkte Leistungssteigerung ist allerdings bei solchen Ausdauerbelastungen zu erwarten, die Phasen erhöhter Leistungsintensität mit vorübergehend anaerober Energiegewinnung haben (NEUMANN, 2007): z.B. Radfahren im Rahmen eines Triathlonwettbewerbes oder auch Sport (z.B. Fußball mit Stürmerfunktion).

Bedeutung der Creatinzufuhr beim vegetarisch ernährten Sportler:

Dem vegetarisch ernährten Sportler fehlt die Creatinzufuhr mit der Nahrung. Niedrige Creatinkonzentrationen beim Vegetarier zeigen, dass die fehlende äußere Zufuhr nicht durch eine erhöhte Eigensynthese ausgeglichen werden kann. Hinzu kommt, dass Vegetarier meist unterdurchschnittliche Mengen Eiweiß zuführen und dass dabei noch ein geringerer Arginin-Anteil typisch ist. Somit kann durch die grenzwertige Versorgung mit Arginin sogar noch eine reduzierte Eigensynthese von Creatin drohen.

Aus diesem Grund scheint eine Creatin-Nahrungsergänzung bei Leistungssportlern mit vegetarischer (auch lactovegetarischer) Ernährung generell sinnvoll. Der erhebliche Substitutionsbedarf dieser Personengruppe wird durch Untersuchungsergebnisse von BALSOM (1993) unterstrichen, die unter Creatin-Gabe und Training eine erheblich größere Zunahme an Muskelmasse im Vergleich zu Normalkostlern belegen.

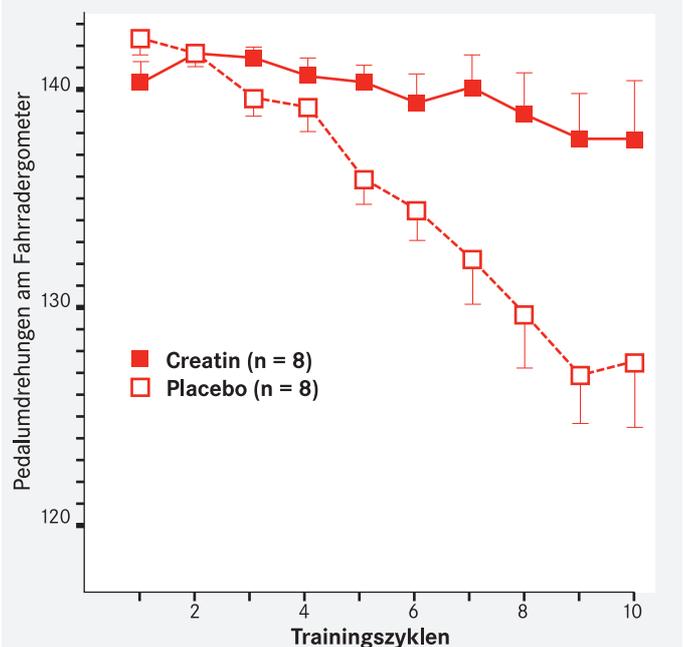
Creatin und anabole Wirkung?

Anabole Wirkung bedeutet im Sportbereich, dass eine Substanz den Proteinzuwachs unter angemessenem Training und richtiger Sporternährung beschleunigt. Je optimaler eine Sporternährung ist, desto anaboler bzw. antikataboler wirkt sie in der Regenerationsphase. Diese Form der Anabolie dient gleichermaßen der Erhaltung der Trainingsfähigkeit, Gesundheit des Sportlers und erst langfristig leistungssteigernd. Spezielle Nährstoffe wie Aminosäuren und Creatin spielen hier bei einer entscheidenden Rolle.

Berichte in der Literatur über eine anabole Wirkung von Creatin beruhen auf zwei verschiedenen Beobachtungen:

1. Kraftzuwachs unter Creatin-Substitution Die Ergebnisse verschiedener Untersuchungen sprechen dafür, dass unter Nahrungsergänzung mit Creatin ein Kraftzuwachs erreicht werden kann. So soll z.B. innerhalb von 10 Tagen ein Kraftzuwachs von 5 - 10% erzielt worden sein.
2. Gewichtszunahme unter Creatin-Substitution: Mehrere Forscher berichten über eine Gewichtszunahme unter der Gabe von Creatin. So soll z.B. die Einnahme von 10g Creatin über 10 Tage zu einem durchschnittlichen Gewichtszuwachs von 1,5 kg geführt haben (BRÖNNIMANN).

Abbildung 4: Leistungsstabilisierung durch Creatingabe



Beide Effekte sind so ausgeprägt, dass sie nicht allein auf einem Zuwachs an Muskelmasse beruhen können.

Zudem ist bis heute kein direkter Einfluss von Creatin auf die Muskelproteinsynthese bekannt. Ein Kraftzuwachs im Bereich 5 - 10% ist zudem schwer zu beweisen, da psychische Effekte im Sport leicht ähnliche Veränderungen bewirken können.

Grundsätzlich kann ein solches Ergebnis auch darauf beruhen, dass Creatin über zellschützende Eigenschaften die Regeneration verbessert und so indirekt eine Kraftsteigerung bewirkt. Längerfristig ist anzunehmen, dass unter Gabe von Creatin speziell die schnellen Muskelfasern besser trainierbar werden und dass so eine Steigerung von Kraft und Muskelvolumen begünstigt wird. Eine Gewichtszunahme darf nicht in vollem Umfang als Zunahme an Muskeleiweiß gedeutet werden.

Creatin ist eine osmotisch wirksame Substanz, die ähnlich wie die Aminosäuren in der Muskelzelle Wasser bindet. Dadurch vergrößert sich das Muskelzellvolumen in einer für den Muskel durchaus sinnvollen Weise: Es ist seit wenigen Jahren wissenschaftlich gesichert, dass mit dem Verlust von Muskelzellwasser die Proteinsynthese abnimmt. Substanzen, die einem Muskelwasserverlust während sportlichen Belastungen entgegenwirken, fördern daher unabhängig von Training und Ernährung die Muskelproteinsynthese und damit den Muskelzuwachs. Somit wirkt Creatin durch eine Stabilisierung des Wasserhaushaltes in der Muskelzelle tatsächlich **anabol** - und das in einem durchaus positiven Sinne! **Langfristig kann daher Creatin den Muskelaufbau fördern.**

Nahrungsergänzung mit CREATIN-ENERGIE-DRINK beim Leistungssportler (Im Breitensport ist die Hälfte der angegebenen Mengen ausreichend)

Gewichtheben + Bodybuilding:		
Einstiegsphase	14 Tage	3 x 1 Drinkportion à 20 g = 21 g Creatin oder 6 x 1/2 Portion à 10 g = 21 g Creatin
Erhaltungsphase	ab 15. Tag	1 - 2 x 1/2 Portion à 10 g = 3,5 - 7 g Creatin
Wettkampf	7 Tage vorher beginnend wie Einstiegsphase	
Schnellkraft-Sportarten (z.B. Kurzstreckenlauf, Schwimmen, Rudern, Karate):		
Einstiegsphase	10 Tage	3 x 1 Portion à 20 g = 21 g Creatin oder 6 x 1/2 Portion à 10 g = 21 g Creatin
Erhaltungsphase	ab 11. Tag	1 - 2 x 1/2 Portion à 10 g = 3,5 - 7 g Creatin
Wettkampf	7 Tage vorher beginnend wie Einstiegsphase	
Ausdauersport mit Belastungsspitzen (z.B. Radsport, Triathlon, Fußball, Eishockey):		
Einstiegsphase	7 Tage	3 x 1 Portion à 20 g = 21 g Creatin oder besser 3 x 1/2 Portion à 10 g = 21 g Creatin
Erhaltungsphase	ab 8. Tag	1 - 2 x 1/2 Portion à 10 g = 3,5 - 7 g Creatin
Wettkampf	7 Tage vorher beginnend wie Einstiegsphase	

Tabelle 3

Die in den ersten 2 Wochen einer Creatin-Nahrungsergänzung auftretenden Gewichtszunahmen beruhen überwiegend auf einer Verbesserung des Wasserhaushaltes im Muskel: Jedes Gramm Creatin, das in die Muskulatur aufgenommen wird, bindet nach festen osmotischen Gesetzen rund 23 ml Wasser!

Wenn es also unter Creatin-Zufuhr gelingt, den Creatinbestand im Muskel um 50-60 g zu erhöhen, so wird allein dadurch das Körpergewicht um 1,17- 1,40 kg erhöht.

Somit ist die schnelle Gewichtszunahme unter Creatinzufuhr nur zu einem kleinen Teil Muskelproteinzuwachs.

Vielmehr sollte man die Gewichtszunahme als Beweis dafür werten, dass die Muskulatur bei vernünftiger Portionierung der Creatin-Gabe etwa 50% des zugeführten Creatins aufnimmt.

Firmen, die schnelle Gewichtszunahmen als Muskelaufbau und anabole Wirkung progagieren, haben die Wirkungsweise von Creatin nicht verstanden.

Trotzdem steht fest, dass Creatin bei längerfristiger Nahrungsergänzung den Muskelaufbau fördert – mithin eine diätetisch positiv zu bewertende proteinanabole Ernährungswirkung aufweist (VOLEK, 1996; VANDENBERGHE, 1997).

Creatin-Nahrungsergänzungen sind anwendungssicher!

Der Tabelle 1 mit den Creatingehalten in rohen Lebensmitteln kann entnommen werden, dass bei geschickter Lebensmittelauswahl Tageszufuhren zwischen 5 und 10 g Creatin durchaus realisierbar sind und auch bei bestimmten Naturvölkern anzunehmen sind. Darüber hinaus liegen Erfahrungen vor, dass auch bei Tageszufuhren von 20 - 30 g nicht mit unerwünschten Wirkungen zu rechnen ist. Wenn man darüber hinaus die langfristige Nahrungsergänzung auf etwa 5 - 7 g Creatin pro Tag beschränkt und nur phasenweise 20 g zuführt, ist dies aus sportmedizinischer und ernährungsphysiologischer Sicht als unbedenklich einzustufen (WIEBKE, JESCHKE und LORENZ, 1995). Auch BALSOM (1994) nennt außer der meist gern gesehene Zunahme an Muskelmasse keine Nebenwirkungen einer hochdosierten Nahrungsergänzung mit Creatin. Auch die theoretisch mögliche Einschränkung der körpereigenen Creatinsynthese unter hohen oder langfristigen Gaben von Creatin hat bislang keine Probleme erkennen lassen.

In diesem Zusammenhang ist auch von Interesse, dass überschüssiges Creatin offensichtlich nur in Mengen bis zu 0,5 g zu Creatinin metabolisiert und renal ausgeschieden wird. Der weitaus größte Teil des nicht vom Muskel aufgenommenen Creatins wird unverändert mit dem Urin ausgeschieden (CRIM, 1975).

Creatin - Doping oder sinnvolle Nahrungsergänzung?

Creatin ist ein Nährstoff, seine Zufuhr führt unter den beschriebenen Umständen zu einer physiologisch sinnvollen Vergrößerung des Creatin-Vorrates im Muskel.

Damit fällt Creatin nicht unter die Doping-Bestimmung der Sportverbände und wirkt auch nicht im Sinne eines Dopingmittels. Eine Leistungssteigerung auf physiologisch sinnvollem Weg ist sportethisch nicht zu beanstanden und sportrechtlich zulässig.

Rechtlich ist Creatin kein Zusatzstoff und kann daher allen Lebensmitteln zugesetzt werden.

Lebensmittelrechtlich ist Creatin eine zulässige Nahrungsergänzung. Creatin-Produkte für Sportler sind nach deutschem und europäischem Lebensmittelrecht diätetische Lebensmittel für Sportler.

Nach dem aktuellen Stand der wissenschaftlichen Erkenntnis ist eine Creatin-Nahrungsergänzung nach folgendem Schema empfehlenswert (siehe Tabelle oben).

Literaturempfehlung:

BALSOM, SÖDERLUND and EKBLÖM: Creatine in Humans with Special Reference to Creatine Supplementation; Sports Medicine 18 (1994), 268 - 280.

GREENHAFF P.L.: The nutritional biochemistry of creatine: Nutritional Biochemistry 8(1997), 610-618.

MELCHIOR W.: Die Bedeutung von Creatin; Leistungssport 1996, 4 -11.

NEUMANN, G: Ernährung im Sport; Aachen 2007; S.214-221

SINCLAIR, A. et al.: Creatine Supplementation and age influence muscle metabolism during exercise; J. Appl. Physiol. 85 (1998), 1349-1356

MERTSCHENK, B. et al.: Gesundheitliche Bewertung von Kreatin; Deutsche Lebensmittel-Rundschau 97 (2001); 250-257

KREIDER, R.B.: Creatine; in: WOLINSKI

DRISKELL: Nutritional Ergogenic Aids Boca Raton/USA 2004; 81-104