

# Kreatin von innen und von außen

Prof. Dr. Theo A. Wallimann

**Kreatin ist eine schon seit mehr als 150 Jahren bekannte Substanz. Entdeckt wurde sie 1834 von dem Franzosen Chevreul als Bestandteil in der Fleischbrühe. Justus von Liebig wies Kreatin 1847 methodisch zuverlässig als biologische Komponente im Fleisch verschiedener Säugetierarten nach. In dem nach ihm benannten Fleischextrakt stellt es einen wesentlichen Inhaltsstoff dar. Kreatin ist eine körpereigene Substanz die z. T. im Körper selber gebildet oder über die Nahrung, vor allem mit Fleisch und Fisch, aufgenommen wird. Im Körper einer Person von 70 kg sind ungefähr 120–140 Gramm dieser Substanz vorhanden, vorwiegend in den Skelettmuskeln, im Herzmuskel, im Gehirn und in den Sinneszellen. Der tägliche Bedarf beträgt ca. 2–4 Gramm. Kreatin kommt als natürliche, biologische Substanz übrigens auch in der Muttermilch von Mensch und Tier vor.**



Kreatin wird mithilfe des Enzyms Kreatinkinase (CK) zur energiereichen Verbindung Phospho-Kreatin „aufgeladen“. Diese chemische Energie steht dann in den Organen und Zellen für vielfältige Aufgaben zur Verfügung, z. B. für die Kontraktion von Skelett- und Herzmuskeln sowie für die Aufrechterhaltung des internen Zellmilieus durch energetische Versorgung von Ionenpumpen (Kalzium- und Natrium-/Kalium-Pumpen), die auch für die Funktion von Nerven- und Sinneszellen wichtig sind. In der Zelle wird nämlich an Ort und Stelle des Energieverbrauchs mittels des Enzyms, Kreatinkinase (CK), und dem energiereichen Phospho-Kreatin ATP (Adenosintriphosphat) hergestellt, das in allen Lebewesen als universelle Energiewährung für alle biologischen Vorgänge, die Energie verbrauchen, benutzt werden kann.



Durch Grundlagenforschung konnte die eminente physiologische Bedeutung des CK-Systems aufgezeigt und die Rolle von Phospho-Kreatin als Energiepuffer, aber auch als Transportform von Energie in der Zelle dokumentiert werden (Wallimann *et al.* 1992; Wallimann *et al.* 2007). Trotzdem sind viele wichtige Fragen betreffend das Kreatinkinase-System im Zusammenhang mit der zellulären Bioenergetik noch offen und bedürfen weiterer Forschung (siehe Wallimann *et al.* 1998b; 2007; Schlattner *et al.* 1998; 2006).

Da das Kreatinkinase-/Phospho-Kreatin-System vorwiegend in Geweben und Zellen mit hohem und z.T. stark fluktuierendem Energieumsatz, wie z.B. in der Skelett- und Herzmuskulatur sowie im Gehirn, in der Netzhaut des Auges, den Sinneszellen im Innenohr und in Spermien vorkommt, aber auch in der glatten Muskulatur und im Knochen und Knorpel (auch noch im adulten Knochen) sowie in Immunzellen gefunden wird (siehe Wallimann *et al.* 1992, 2007; Wallimann and Hemmer 1994), ist zu erwarten, dass Kreatin, wenn überhaupt, vor allem in diesen Geweben und Zellen eine positive Wirkung zeigen sollte. Dies scheint nach neuerer Erkenntnis auch tatsächlich der Fall zu sein. Die Tatsache, dass die Kreatinkinase Isoenzym-Familie während der Evolution vom See-Igel bis zum Menschen strukturell und funktionell sehr hoch konserviert geblieben ist (Mühlebach *et al.* 1994; Eder *et al.* 1999; Ellington and Suzuki 2007), deutet auf die generelle Wichtigkeit ihrer Funktion im Metabolismus in verschiedenen Organismen, Organen und Zellen hin. Es wäre deshalb durchaus einleuchtend und nicht unbedingt nur als negativ zu bewerten, wenn Kreatin sich dank seiner vielfäl-

# Creapure®

aus Ihrer Apotheke:  
**hochreines Kreatin-Monohydrat**  
**500g mit separatem Messlöffel**  
**PZN: 1465238**



Creapure® ist eine eingetragene Marke mit eingetragenenem Logo und steht für ein hoch qualitatives reines Kreatin.

Es ist das einzige Kreatin, welches nicht in China hergestellt wird.

Creapure® verspricht höchste Produktqualität durch

- sorgfältige Rohstoffauswahl,
- Herstellung unter GMP-Bedingungen,
- gewissenhafte Analytik.

Creapure® erfüllt den persönlichen hohen und wichtigen Anspruch an Sicherheit und Wirkung.

tigen Anwendbarkeit als universeller „energy booster“ entpuppen würde. Die positive Wirkung von Kreatin auf das gesunde Gehirn und dessen Leistungsfähigkeit sowie die z.T. überraschende Wirkung von Kreatin als Hilfstherapie bei Patienten mit neuromuskulären und neurodegenerativen Erkrankungen sind jedenfalls bereits wissenschaftlich dokumentierte Tatsachen (Andres *et al.* 2008).

## Unbestrittene, positive Effekte von Kreatin auf die Skelettmuskulatur

Aus verständlichen, nicht zuletzt auch kommerziellen Gründen ist die Kreatinforschung auf dem Gebiete der Leistungsphysiologie und des Spitzensportes am weitesten fortgeschritten und die Anzahl von wissenschaftlich hochstehenden Studien direkt am Menschen ist in der Zwischenzeit beachtlich geworden und wächst immer noch.

Aufgrund der Ergebnisse aus der Grundlagenforschung haben verschiedene international bekannte Spitzenathleten vor ca. 15 Jahren im Selbstversuch mit der Einnahme von Kreatin-Pulver begonnen und damit erstaunliche Leistungssteigerungen von 10–20% erreicht. Linford Christie (100m) und Sally Gunnell (400m Hürden), die offiziell bestätigten, dass sie mit Kreatin-Supplementation trainiert hatten, haben im 1992 immerhin Olympisches Gold gewonnen. Zuerst schien sich die Leistungssteigerung durch Kreatin vor allem auf den Sprintbereich zu beschränken (Casey *et al.* 1996; Hultman *et al.* 1996), dann offenbarte sich eine solche aber auch in anderen Disziplinen. Durch gezielte Supplementation mit Kreatin können beim Menschen nicht nur die Sprint-, sondern auch die Ausdauerleistung verbessert und die Erholungszeiten nach hartem Training verkürzt werden

(Greenhaff *et al.* 1994; Vandenberghe *et al.* 1997; Brönnimann *et al.* 1988; Volek *et al.* 1999; Dalbo *et al.* 2007). Kreatin-Supplementation wird deshalb nicht nur bei Kraftsportarten (Gewichtheben, Ringen/Schwingen, Bodybuilding etc.), sondern auch für Leichtathletik, Mannschafts- und Spielsportarten (Fußball, Eishockey, Volleyball, Tennis, Squash etc. (Aaserud *et al.* 1988)) sowie auch für Ausdauersportarten (Radrennfahren, Triathlon, Marathon- und Berglauf etc.) mit Erfolg eingesetzt (Santos *et al.* 2004).

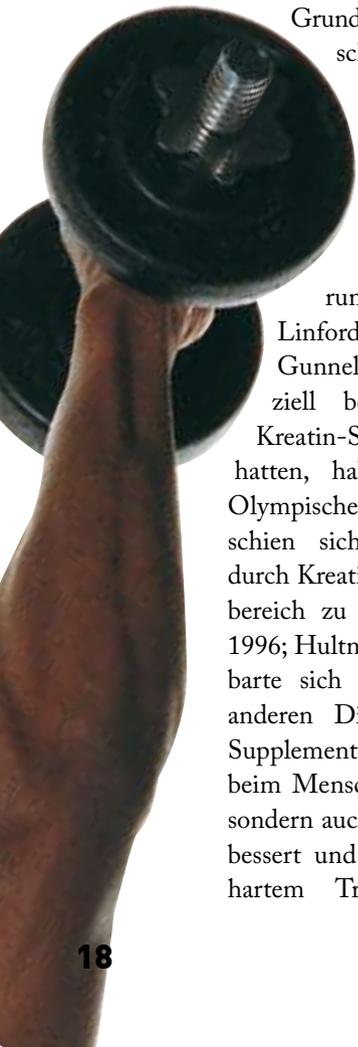
Die Tatsache, dass submaximales Training, bei dem die Glycogenspeicher entleert werden sowohl die Aufnahme von Kreatin als auch die Akkumulation von Glycogen im Muskelgewebe deutlich steigert (Robinson *et al.* 1999), zeigt, dass Training in Kombination mit Kreatin-Supplementation plus Kohlehydrat-Loading zu optimalen Resultaten führt. Bei den Probanden, die Kohlehydrate plus Kreatin zu sich nahmen, wurden nämlich die Glycogenspeicher im Vergleich zu den Probanden, die nur Kohlehydrate nahmen, deutlich erhöht (Robinson *et al.* 1999). Durch die so gewonnene Erhöhung der Glycogenspeicher lässt sich u.a. auch die positive Wirkung von Kreatin auf die Ausdauerleistung ohne weiteres erklären. Durch Training wurde zudem auch die Aufnahme von Kreatin verbessert (Robinson *et al.* 1999). Da ein erhöhter Phospho-Kreatin-Spiegel in den Muskeln zu einer Verbesserung der Energetik (sprich erhöhtes Phospho-Kreatin-/ATP-Verhältnis) für die Kalzium-Homeostase führt, ist ein Effekt von Kreatin auf die Ausdauerleistung auch von diesem Aspekt her zu erwarten, d. h. die Energie, die für die während den Muskelkontraktionen zyklisch erfolgende Kalziumaufnahme durch die Ca<sup>2+</sup>-ATPase-Pumpe verbraucht wird, kann dank eines erhöhten Phospho-Kreatin-Spiegels effizienter eingesetzt werden. Tatsächlich konnte gezeigt werden, dass durch Kreatin-Supplementation die Geschwindigkeit der Muskel-Relaxa-



**Theo A. Wallimann** promovierte 1975 an der ETH Zürich zum Thema „Creatine Kinase Isoenzymes and myofibrillar Structure“. 1993 wurde er an der ETH Zürich zum Professor ernannt und war Leiter des Instituts für Zellbiologie. Seit 2008 ist er emeritierter Professor.

tion deutlich gesteigert werden konnte (van Leemputte *et al.* 1999), was für gewisse Sportarten mit schnellen, repetitiven Bewegungen, wo sich Kontraktion und Entspannung in hoher Kadenz abwechseln, entscheidend sein kann. Schließlich werden durch Kreatin-Supplementierung Muskelkater und Mikroverletzungen sowie auch Entzündungen, wie sie nach einem Marathonlauf auftreten, verringert (Santos *et al.* 2004). Diese Faktoren sind für die Ausdauerleistung und für das maximale Trainingsvolumen durchaus relevant. Tatsächlich konnte das wöchentliche Trainingsvolumen durch Kreatin-Supplementation, wie z. B. auch bei Vegetariern nachgewiesen, deutlich gesteigert werden (Burke *et al.* 2003).

Obwohl schon 1976 mit Skelett- und Herzmuskelzellen in Kultur gezeigt werden konnte, dass externes Kreatin zum Zellkulturmedium gegeben eine Zunahme der muskel-spezifischen Eiweiß-Synthese bewirkt (Ingwall 1976), wurde lange Zeit negiert, dass Kreatin eine direkt Zunahme der Muskelmasse bewirkt, weil vor allem während der Ladephase mit Kreatin zuerst auch Wasser im Muskelgewebe akkumuliert wird (Francaux and Poortmans 1999), was meist zu einer leichten Gewichtszunahme (1–2 kg) führt. Dies kommt dadurch zustande, dass der Kreatin-Transporter ein Natri-



um-Chlorid-Kreatin-Cotransporter ist (Guerrero und Wallimann 1998) und zum osmotischen Ausgleich Wasser in die Zellen aufgenommen werden muss. Deshalb ist es auch wichtig vor allem während der Ladephase mit Kreatin genügend zu trinken. Anschließend wird aber das überflüssige Natrium-Chlorid wieder aus der Zelle befördert und die bleibende Wirkung von Kreatin führt zu einer Erhöhung der Muskelmasse. Dabei führt Kreatin zu einer erhöhten Produktion von insulin-ähnlichen Wachstumsfaktoren (IGF-1) sowie von Transkriptionsfaktoren (Louis 2004), welche die Synthese von muskelspezifischen Proteinen steigern (O'Connor *et al.* 2008). In der Folge erhöhen sich sowohl die Muskelmasse als auch die Muskelkraft und -leistung. Schon früh hat eine finnische Gruppe, die Kreatin an Patienten mit „Gyrate Atrophy“, eine Krankheit der Netzhaut des Auges, abgegeben hatten, realisiert, dass die längerfristige Einnahme von Kreatin (1,5 Gramm täglich während eines Jahres), quasi als Nebeneffekt, von einer direkten Zunahme der Muskelmasse begleitet war, die ausschließlich auf eine Vergrößerung des Durchmessers von schnellen, glycolytischen Typ II Muskelfasern zurückzuführen ist (Sipilä *et al.* 1981). Neuere Resultate einer amerikanischen Forschergruppe zeigen aber, dass eine höhere Dosis von Kreatin (25 Gramm pro Tag während 7 Tagen, gefolgt von 5 Gramm während 12 Wochen) in Zusammenhang mit Krafttraining zu einer signifikanten Querschnittsvergrößerung aller, inklusive der langsamen, oxidativen Typ I Ausdauer-Fasern, führen kann (Volek *et al.* 1999). Parallel zu diesem Muskelaufbau stellte man oft eine Tendenz zu einer leichten Abnahme von Fettgewebe fest (Vandenberghe *et al.* 1997), was zusammen mit dem erhöhten Muskelvolumen insgesamt zu einer statistisch signifikanten, durchaus erwünschten Erhöhung der fettfreien Körpermasse (lean body mass) führt (Volek *et al.* 1999). Es scheint mir sehr wichtig hier noch einmal zu betonen, dass Kreatin nur im Zusammenhang mit intensivem Muskeltraining und mit Kohlehydrat-Loading seine volle Wirkung entfaltet (Robinson *et al.* 1999), wobei diese Supplement-Kombination jeweils am besten anschließend an eine Trainings-Session eingenommen werden sollte (Kerksick *et al.* 2008).

Weil Kreatin in Quantitäten, mehreren Gramm pro Tag, eingenommen wird, ist die chemische Reinheit eines Kreatin-Präparates als gesundheitsrelevanter Parameter zu betrachten. Trotzdem werden via Internet viele unkontrollierte Kreatin-Präparate mit fragwürdiger Herkunft und Reinheit meist verlockend billig zum Kauf angeboten. Der weltgrößte Hersteller von Kreatin, Alzchem-Trostberg AG in Deutschland, mit dem markengeschützten und zertifizierten, durch ein patentiertes und optimiertes chemisches Verfahren hergestellten „CREAPURE®“ Markenpräparat ist eine der wenigen Firmen, die für die kontrollierte und zertifizierte Reinheit ihres Kreatins bürgen.

*Literatur beim Autor*

■ Prof. Dr. Theo A. Wallimann  
theo.wallimann@cell.biol.ethz.ch

**AM SPORT®**

*Aminosäuren*



**SALUTO**

DAS KOMPETENZZENTRUM FÜR  
GESUNDHEIT UND FITNESS IN DEUTSCHLAND

*„Wir haben mittlerweile zahlreichen Athleten AMsport® empfohlen, weil unsere Blutuntersuchungen optimale Auswirkungen nach der Einnahme gezeigt haben!“*

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

