

BLV SPORTWISSEN

# Sporternährung

Grundlagen | Ernährungsstrategien  
Leistungsförderung

DR. MED. PETER  
KONOPKA



kann ständig in Höchstform sein. Für den leistungsbetonten Sportler muss der richtige Trainingsaufbau die erste Stelle bei den regenerativen Maßnahmen einnehmen.

Die Ernährung folgt erst an zweiter Stelle; sie ist also nicht der einzige Faktor im Netz der regenerativen Maßnahmen (Tab. 8). Die Ernährung hat die Aufgabe, die durch die Belastung entstandenen Bedürfnisse des Organismus zu decken.

Ebenso wichtig sind aber auch physikalische Maßnahmen wie Massagen, Bäder, Sauna, Klimawechsel oder Höhengaufenthalt und eine ausreichende Entspannung des Organismus im Schlaf, gefördert durch autogenes Training, Yoga oder andere Methoden der Entspannung.

Wichtig ist, alle diese Methoden zu kombinieren, um eine optimale Regeneration in möglichst kurzer Zeit zu erzielen.

Tabelle 8 Regenerative Maßnahmen (modifiziert nach J. KEUL)

<p><b>1. Trainingsaufbau:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Ausdauer</li><li>• Kraft</li><li>• Schnelligkeit</li><li>• Koordination (Technik)</li><li>• Flexibilität (Gelenkigkeit)</li><li>• Intensität, Umfang</li></ul> <p><b>2. Ernährung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Kohlenhydrate</li><li>• Eiweiß</li><li>• Fett</li><li>• Vitamine</li><li>• Mineralstoffe und Spurenelemente</li><li>• Flüssigkeit</li></ul> <p><b>3. Physikalische Maßnahmen:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Massagen</li><li>• Bäder</li><li>• Sauna</li><li>• Klimawechsel</li><li>• Höhengaufenthalt</li></ul> <p><b>4. Entspannung:</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Schlaf</li><li>• Autogenes Training</li><li>• Yoga</li><li>• Sportfreundliche Umgebung (Familie, Beruf)</li><li>• Milieuwechsel</li></ul>
---

<sup>1)</sup> Lakto-Vegetarier: Jemand, der sich nur von pflanzlichen Nahrungsmitteln und Milchprodukten ernährt

# 2 Die Grundlagen der Ernährung im Sport

---

Aus zahlreichen Forschungsarbeiten wissen wir, dass alle Lebensfunktionen im menschlichen Körper als biochemische Reaktionen in den einzelnen Körperzellen ablaufen. Wenn man Einblick in die Arbeitsweise des Organismus haben möchte, muss man zunächst die Arbeitsweise der einzelnen Zellen kennen lernen. Darauf aufbauend kann man später, hat man erst einmal die Prinzipien der Energiefreisetzung in den Zellen verstanden, die Bedeutung der Grundnährstoffe im Belastungsstoffwechsel richtig einschätzen. Durch das auf dieser Basis gewonnene Verständnis kann man auch die Bedeutung der Ernährung besser ermessen und die Veränderungen verstehen, welche die Ernährung des Sportlers durch die besonderen Belastungsformen erfahren muss. Auf diesem Weg wollen wir nun Schritt für Schritt vorgehen.

## Zelle, Zellstoffwechsel, Energiefreisetzung

### Die Zelle

Der menschliche Körper besteht aus ca. 60–80 Billionen Zellen, die zu Geweben, Organen und Organsystemen zwecks Erfüllung gemeinsamer Aufgaben zusammengeschlossen sind. Die Form der verschiedenen Zellen wurde durch ihre Leistung und Funktion geprägt. So sind die *roten Blutkörperchen* (Erythrozyten) flach und verformbar, um auch durch kleine Blutgefäße hindurchschlüpfen zu können. *Nervenzellen* müssen Impulse über weite Entfernungen leiten, weswegen sie lange Fortsätze haben. *Muskelzellen* wiederum müssen lang gestreckt sein, damit ihre Kraft wirkungsvoll in einer Richtung zur Geltung kommt. Jede Zelle hat als winziger Elementarorganismus ihren eigenen Stoffwechsel, kann wachsen, sich teilen und Stoffe mit der Umgebung austauschen. Den größten Teil der Nährstoffe verbrennt sie mit Hilfe von Sauerstoff, um Energie zu gewinnen. Nicht verwendbare Abbauprodukte und Kohlendioxid scheidet sie aus. Diese Vorgänge sind außerordentlich kompliziert und im Einzelnen noch nicht vollständig erforscht. Sie werden gesteuert und exakt aufeinander abgestimmt durch eine große Zahl von Kontroll- und Regelmechanismen (Hormone, Enzyme, nervale Reize). Trotz der Vielfalt der Zellformen ist ihr Grundbauplan fast immer gleich oder ähnlich (**Abb. 4**): die Zellmembran (Plasmalemma), der Zelleib (Zytoplasma), Zellorganellen (Elemente des Zytoplasmas mit bestimmten Funktionen: Zentrosom, endoplasmatisches Retikulum, Ribosomen, Golgi-Apparat, Mitochondrien, Lysosomen) und der Zellkern (Nukleus) mit Kernkörperchen

(Nukleolus).

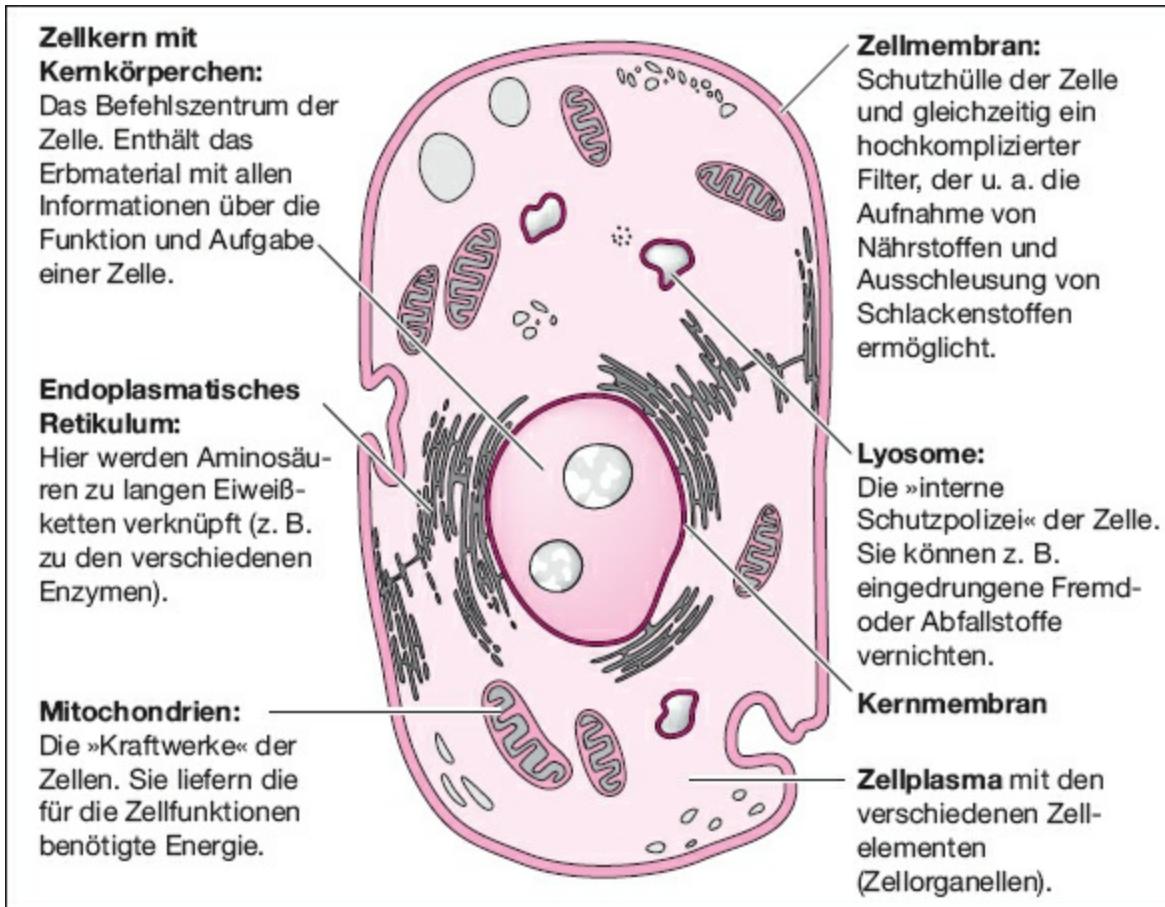


Abb. 4 Schematische Darstellung einer Zelle nach einer elektronenmikroskopischen Aufnahme.

Der **Zellkern** ist das Steuer- und Befehlszentrum der Zelle. Er enthält das Erbmateriale (Chromosomen) mit allen Informationen über die Funktion und Aufgabe einer Zelle. Zellen ohne Kern, wie z.B. die roten Blutkörperchen, können ihre vorprogrammierte Spezialaufgabe nur kurze Zeit erfüllen und gehen dann zugrunde. Die im Zellkern gespeicherte Erbinformation bildet auch die Grundlage für die Herstellung zelleigener Eiweißstoffe.

Die **Zellmembran** grenzt den Zelleib gegen die Umgebung ab. Sie ist ein hochkomplizierter Filter, der z.B. die Aufnahme von Nährstoffen und die Abgabe von Abfallprodukten ermöglicht. Sie ist nicht für alle Stoffe gleichermaßen durchlässig, sondern nur halbdurchlässig (semipermeabel): Wasser und kleine Moleküle wandern hindurch, manche elektrisch geladenen Teilchen (Ionen) wie Natrium sowie große Moleküle, z.B. Eiweißmoleküle, können sie nicht oder nur schwer passieren.

Der **Zelleib** (das Zytoplasma) ist eine gelartige Substanz, in der die verschiedenen Zellelemente (Zellorganellen) schwimmen, welche für die Funktion und den Stoffwechsel der Zelle notwendig sind. Das Zytoplasma ist gewissermaßen die chemische Fabrik der Zelle. Es besteht aus ca. 80% Wasser und ca. 20% Eiweiß, Kohlenhydraten, Fetten, fettähnlichen Substanzen, Mineralstoffen und Spurenelementen. Nährstoffe werden

aufgenommen und in chemische Energie umgewandelt. Nicht lebende Substanzen können in den Zellen als Einschlüsse oder Körnchen in Muskel- und Leberzellen gespeichert werden, z.B. die Depotform der Kohlenhydrate, die Stärke, auch Glykogen genannt.

Die im Zytoplasma schwimmenden **Zellorganellen** sind verschieden geformt, durch Membranen gegen das Zytoplasma abgegrenzt und erfüllen ganz bestimmte Aufgaben. Am wichtigsten für den Energiestoffwechsel der Zelle sind die **Mito-chondrien** (Abb. 5). Es sind kugel- bis stabförmige Körper, die sich vorwiegend in Zellen mit hoher energetischer Aktivität in größerer Zahl finden, z.B. in den Muskelzellen. Wie wichtig die Mitochondrien für die Zellen sind, sieht man auch an der Tatsache, dass die Mitochondrien im Unterschied zu den anderen Zellorganellen ein eigenes Genom haben, genau wie der Zellkern. Ihre innere Oberfläche ist durch viele Falten vergrößert, in denen der Energiestoffwechsel abläuft. Sie tragen alle Enzyme des aeroben Stoffwechsels, bei dem durch Verbrauch von Sauerstoff Energie aus den herangeführten Nährstoffen gewonnen wird. Enzyme (Fermente) sind spezielle, hochmolekulare Eiweißkörper, die in lebenden tierischen sowie pflanzlichen Zellen gebildet werden und das Gleichgewicht einer Reaktion in eine ganz bestimmte Richtung lenken, wodurch ein geordneter Ablauf der Stoffwechselprozesse ermöglicht wird. Als »Kraftwerke der Zelle« sind die Mitochondrien besonders für Ausdauerleistungen von größter Bedeutung, die einen hohen aeroben (griechisch *aer* = Luft, Sauerstoff) Stoffwechsel benötigen. Durch Ausdauertraining werden die Mitochondrien an Volumen und Zahl vermehrt, um eine hohe maximale Sauerstoffaufnahme zu ermöglichen, die das Bruttokriterium einer hohen maximalen Ausdauerleistung (z.B. Laufgeschwindigkeit) ist.

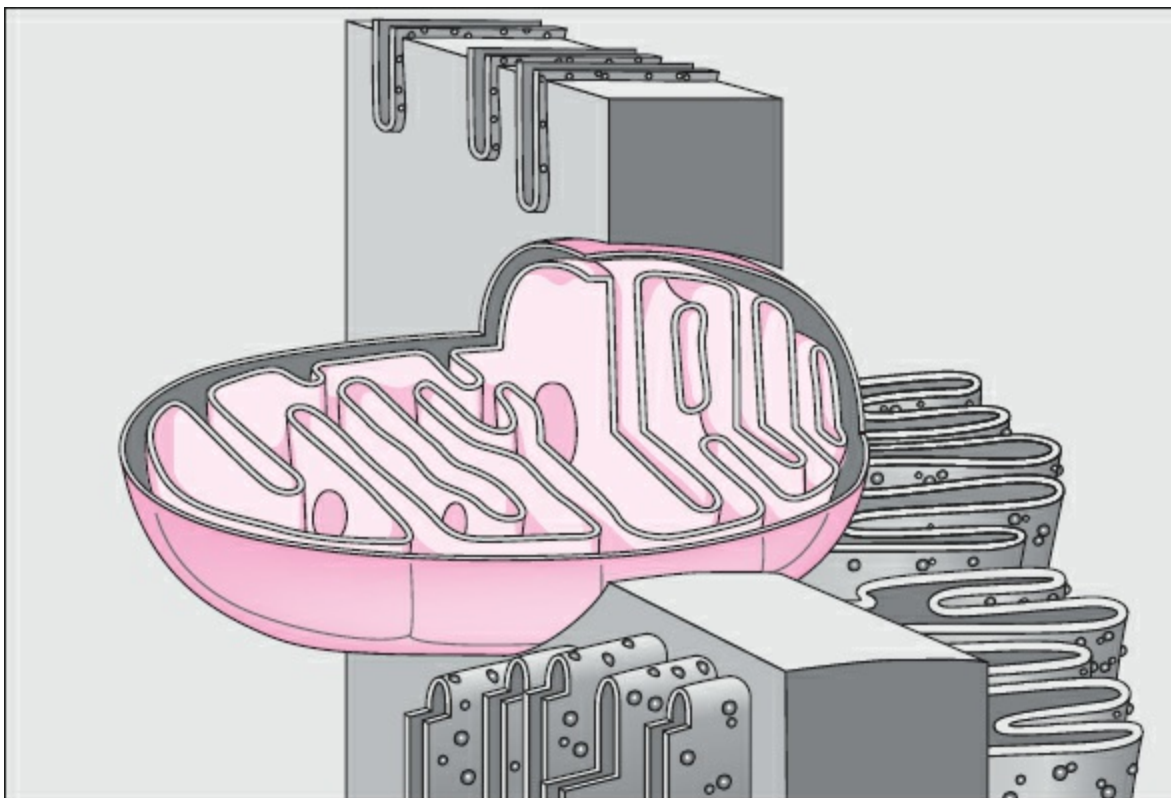


Abb. 5 Teilansicht des Zytoplasma mit einem Mitochondrium (Mitte) und dem endoplastischen

Retikulum (darunter) (aus J. P. SCHADÈ: Die Funktion des Nervensystems, 4. Aufl., G. Fischer Verlag, Stuttgart 1977).

## Die Muskelzelle und die Muskelkontraktion

Jeder Muskel besteht aus einem Bündel von lang gestreckten Muskelfasern, welche die Fähigkeit haben, die chemisch in den energiereichen Phosphaten gebundene Energie in mechanische Arbeit umzusetzen. Die energiereichen Phosphate – die eigentlichen Energieträger für die Muskelkontraktion – sind das Adenosintriphosphat (ATP) und das Kreatinphosphat (KP) (Abb. 6 und Abb. 7a + b). Die einzelnen Muskelfasern setzen sich aus vielen feinen Muskelfibrillen zusammen (Abb. 8). Auch die einzelnen Fibrillen bestehen noch aus mehreren hundert Untereinheiten, die sich im Mikroskop durch ihr optisches Verhalten unterscheiden.

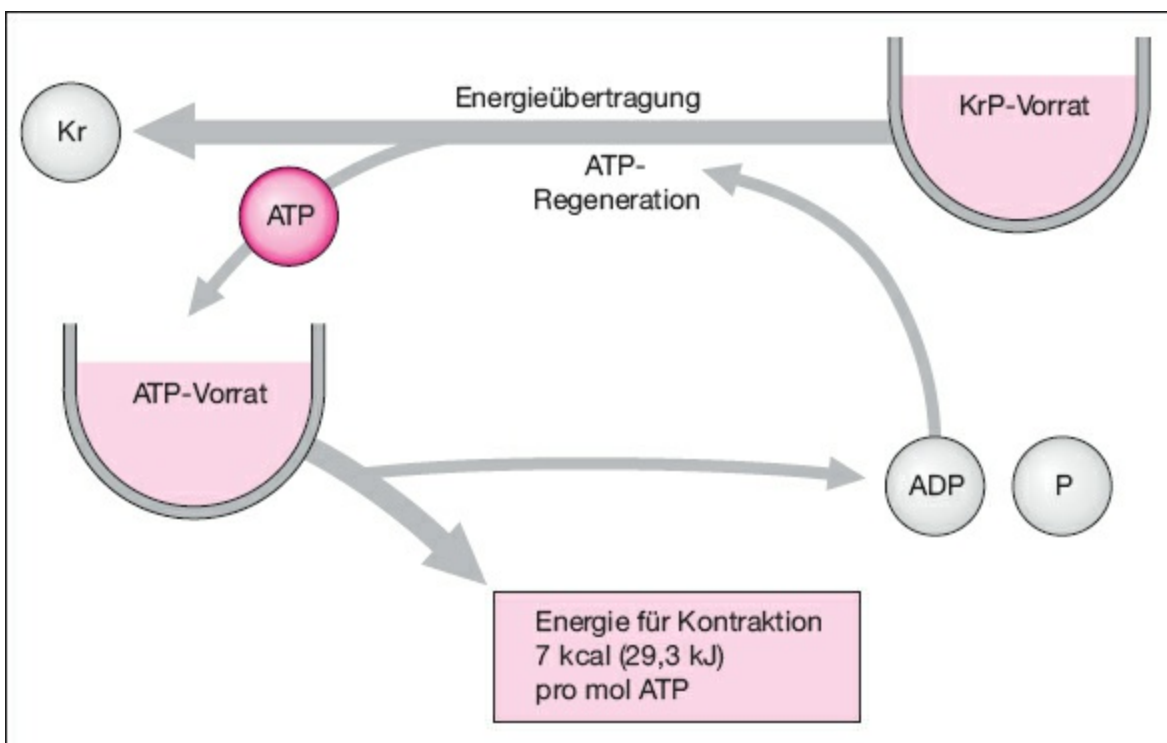


Abb. 6 Adenosintriphosphat (ATP) und Kreatinphosphat (KP) als Energiequellen im Muskel (nach SILBERNAGEL/DESPOPOULOS).