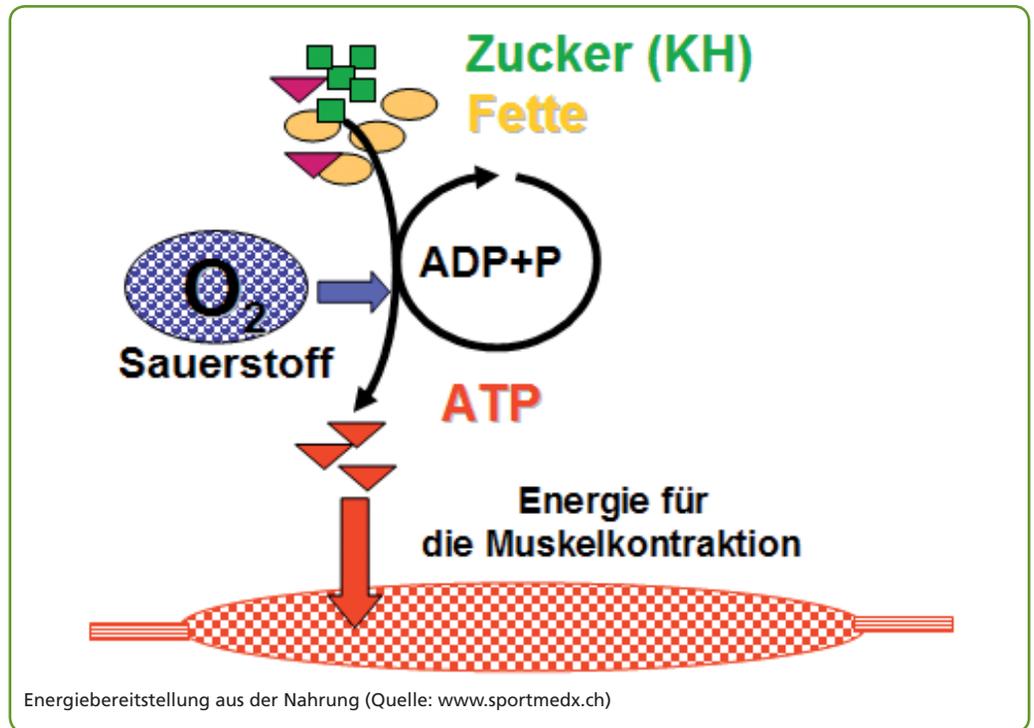


1 Energiebereitstellung

Energiegewinnung in der Muskelzelle

Die Energie für sportliche Leistungen wird nicht unmittelbar aus den Nahrungsbestandteilen (Kohlenhydraten, Fetten, Eiweiß) gewonnen. Das in allen Körperzellen vorhandene **Adenosin-triphosphat (ATP)** liefert die notwendige Energie. Je nach Beanspruchung können dabei unterschiedliche Phasen der Energiebereitstellung durchlaufen werden. Dabei werden verschiedene Speicherstoffe („Energieträger“) verwendet, um das verbrauchte ATP wiederherzustellen.



anaerob-alkalotazid: Es wird kein Sauerstoff benötigt und es entsteht keine Milchsäure.

anaerob-laktazid: Es wird kein Sauerstoff benötigt; es entsteht allerdings Milchsäure.

Phasen der Energiebereitstellung

1. Die anaerob-alkalotazide Phase der Energiebereitstellung

Zunächst zerfällt das in den Muskelzellen vorhandene ATP bei der Muskelkontraktion in das **Adenosindiphosphat (ADP)** und einen Phosphatrest P. Der Körper muss dann dafür sorgen, dass neues ATP hergestellt wird. Die Energie eines weiteren Phosphats in der Muskelzelle, des **Kreatinphosphats (KP)**, sorgt kurzfristig dafür, dass aus ADP und P wieder ATP entsteht.

2. Die anaerob-laktazide Energiebereitstellung

Noch bevor die Vorräte an energiereichen Phosphaten verbraucht sind, wird die nächstschnellere Variante des Energiestoffwechsels aktiv: die anaerob-laktazide Energiebereitstellung durch den Abbau von Glukose. Sie wird bereits nach einigen Sekunden genutzt. Dieser Weg wird immer dann bestritten, wenn nicht genug Sauerstoff zur Energiegewinnung zur Verfügung steht, weil nicht so viel Sauerstoff in die Muskelzelle transportiert werden kann, wie benötigt wird.

Die benötigte Energie steht bei der anaerob-laktaziden Energiebereitstellung schnell zur Verfügung, die Energieausbeute ist aber gering, da das Zuckermolekül nicht vollständig zerlegt wird. Es entsteht **Milchsäure (Laktat)**, die schnell zur Ermüdung führt, wenn sie sich verstärkt in der Muskelzelle anhäuft (der Muskel „übersäuert“). Die Ausbeute von zwei Molekülen ATP aus einem Molekül Glukose ist gering; der anaerob-laktazide Stoffwechsel arbeitet also in Hinblick auf die Ausnutzung der Nahrungskohlenhydrate unökonomisch. Bei erschöpfenden Anstrengungen mit einer Belastungsdauer von etwa einer Minute wird der anaerob-laktazide Stoffwechsel ausgereizt und es muss auf die nächste Form der Energiebereitstellung umgestellt werden.

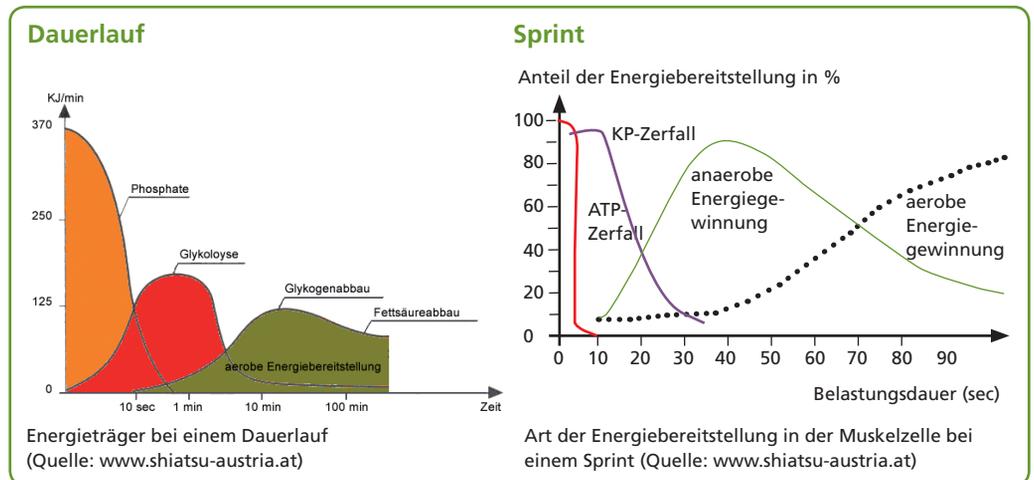
3. Der aerob-alkalotazide Abbau von Glukose, Glykogen und Fett(säuren)

Nur wenn genug Sauerstoff zur Verfügung steht, kann die Glukose vollständig abgebaut werden. Dieser Vorgang dauert aber deutlich länger und die Leistung, die erbracht werden kann,

ist geringer. Die Energieausbeute pro Gramm Energieträger ist aber deutlich größer (z. B. 38 Moleküle ATP aus einem Zuckermolekül). Auf aeroben Weg können zudem auch die Fettsäuren abgebaut werden.

Gegenüberstellung der Energiebereitstellung bei einem Sprint und einem Dauerlauf

Für die Art der Energiebereitstellung ist daher entscheidend, ob sie mit ausreichender Sauerstoffaufnahme (aerob) oder unzureichender Sauerstoffaufnahme (anaerob) stattfinden kann und ob dabei Milchsäure (Laktat) entsteht oder nicht. Bei einem 200-m-Sprint sieht dies ungefähr wie in der folgenden Abbildung rechts aus.



Aerobe Schwelle – Anaerobe Schwelle

Die Schwellen bezeichnen jene Bereiche in denen die Energiebereitstellung umgestellt wird.

Schwellen der Energiebereitstellung: Diese Tabelle ist von unten nach oben zu lesen!

Leistung	Energiebereitstellung
Schnelles Laufen über einen Zeitraum von länger als einer Minute: Die Laktatkonzentration wird zu hoch. Der Körper muss auf aeroben Abbau umstellen und die Leistung reduzieren.	Aerober Abbau von Glykogen, Fettsäure und ev. Glukoseresten
Laktatkonzentration zu hoch oder Glukosespeicher leer	
Schnelles Laufen: Es wird wesentlich mehr Sauerstoff benötigt, als der Körper in die Muskelzellen nachliefern kann.	Anaerober Abbau von Glukose
Anaerobe Schwelle: über dieser Schwelle ist ausschließlich anaerob möglich	
Langsames oder mittleres Laufen: Der Sauerstoffverbrauch kann nicht mehr vollständig gedeckt werden. Der anaerob-laktazide Abbau wird dazugeschaltet.	Übergangszone: Sowohl aerober Abbau (Fettsäure) als auch anaerober Abbau (Glukose)
Aerobe Schwelle: unter dieser Grenze gibt es ausschließlich aeroben Abbau	
Gehen oder langsames Laufen: Der Körper braucht wenig Energie und kann daher den langsamen Stoffwechselweg über Fettsäuren gehen. Der Sauerstoffverbrauch kann leicht gedeckt werden.	Aerober Abbau von Fettsäuren