



Suchbegriff hier eingeben

## Die Bedeutung von Pyruvat in der Sporternährung

8. März 2012 | Von **Holger Gugg** | Kategorie: **Aktuelles, Blogger: Holger Gugg, Kohlenhydrate, Sporternährung**

Gefällt mir

5 Personen gefällt das.

0



Liebe BLOG-Leserinnen und Leser, liebe PEAK-Kundinnen und -Kunden,

vor einiger Zeit habe ich von Markus Hofmeister über das PEAK-Forum eine Frage zur Bedeutung von **Pyruvat** erhalten. Da ich das Thema auf Anhieb interessant fand und mich bis dato aber noch nicht ausführlich damit befasst hatte, schlug ich ihm ein kleines „Gemeinschaftsprojekt“ vor. Markus kümmerte sich um einen Teil der Datenerhebungen und stellte mir diese zur Ausarbeitung zur Verfügung. Ich habe die Daten noch um etwas Background zu Pyruvat ergänzt.

Was wir beide über die Bedeutung von Pyruvat für die **Sporternährung** herausfinden konnten, möchte ich heute ausführen. Vielen Dank an Markus für die Mithilfe!

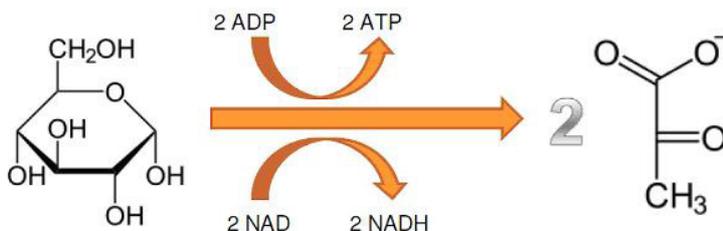
## Was ist Pyruvat?

### Allgemein

Pyruvat ( $C_3H_4O_3$ ), auch genannt Brenztraubensäure oder Acetylamiesensäure, ist die einfachste Karbonsäure. In der Biochemie ist Pyruvat das Anion der Brenztraubensäure. Pyruvat wurde ursprünglich durch die Destillation von Weinsäure hergestellt. Der Vorgang wurde damals „Brenzen“ genannt, was darauf schließen lässt, dass dies an der Namensgebung der Substanz beteiligt war.

### Pyruvat und Glykolyse

Pyruvat ist ein wichtiges Zwischenprodukt im Glukosestoffwechsel. Es entsteht im Rahmen der Glykolyse sowohl unter aeroben, als auch unter anaeroben Bedingungen.

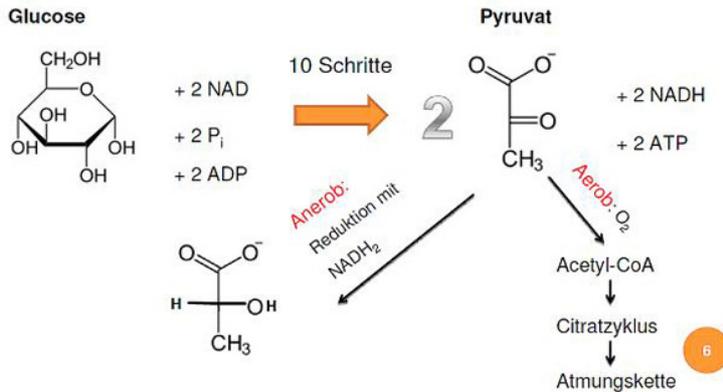


Darstellung: Entstehung Pyruvat

Glykolyse

Die Glykolyse ist der erste Teil des Glukosestoffwechsels. Sie findet in Zytosol der Zelle statt. In überwiegend anaerob arbeitenden Zellen oder Geweben (wie z.B. Muskeln) bezeichnet Glykolyse den Abbau von Kohlenhydraten über Pyruvat zu Milchsäure (Laktat). In aerob arbeitenden Zellen wie z.B. beim Herzmuskel findet im Körper der Abbau von Glukose zu Pyruvat im Citratzyklus und weiter in der Atmungskette zu CO<sub>2</sub> statt. Bei Pflanzen kommt es zum Abbau von Hefe zu Ethanol.

Aus einem Mol Glucose entsteht im Rahmen der Glykolyse unter anderem ATP. Bei der aeroben Energiegewinnung nennt sich dieser Vorgang oxidative Phosphorylierung.



Darstellung: Pyruvat im Glukosestoffwechsel

Pyruvat entsteht als Zwischenprodukt beim aeroben und anaeroben Abbau von Glukose.

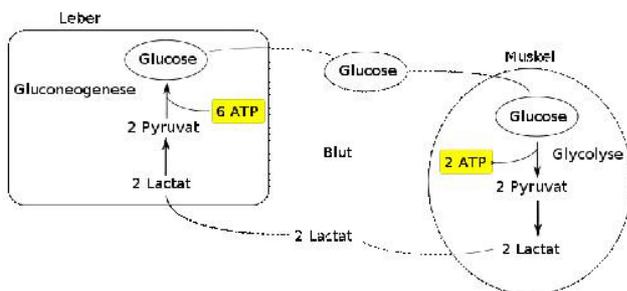
## Pyruvat und Gluconeogenese

Die Gluconeogenese bezeichnet den Stoffwechselweg, bei welchem es zur Neusynthese von Glukose aus Substraten wie Laktat oder Aminosäuren kommt.

### Laktat

Im Rahmen des Cori-Zyklus (siehe Schaubild) findet ein ständiger Substrataustausch zwischen der Skelettmuskulatur und der Leber statt. Grund dafür ist der, dass unsere Skelettmuskulatur auch unter aeroben Bedingungen aus Laktat selbst keine neue Glukose herstellen kann. Es mangelt ihr hierzu an Enzymen zur Gluconeogenese, über welche die Leber verfügt. Laktat entsteht, wie wir bereits gesehen haben, unter anaeroben Bedingungen beim Abbau von Glukose mit dem Zwischenschritt Pyruvat.

Die Gluconeogenese aus Laktat findet nicht im Muskel selbst, sondern in der Leber statt.



Darstellung: Cori-Zyklus

### Aminosäuren

Bei dieser Form der Gluconeogenese werden **Aminosäuren** im Zytosol desaminiert, d.h. es kommt zu Verschiebungen der  $\alpha$ -Aminogruppe auf eine  $\alpha$ -Ketosäure. Unter Beteiligung des Enzyms Alanin-Aminotransferase (GPT-ALT oder ALAT) wird die Ketosäure dann im Muskel auf Pyruvat übertragen und es entsteht Alanin.

### Warum so genau?

*Ich habe diesen Stoffwechselweg bis hierher absichtlich so ausführlich beschrieben, da sich eine vermehrte Gluconeogenese interessanter Weise bei einem ärztlichen Blutbild über das Aufkommen am Leberenzym Alanin-Aminotransferase ablesen lässt. Kontrollieren Sie dies bei ihrem nächsten Blutbild!*

Alanin ist die Form, in der Pyruvat über das Blut zur Leber befördert werden kann. Dort angekommen wird es zur Gluconeogenese herangezogen. Die so neu gebildete Glukose kann dann ausgehend von der Leber wieder in Richtung extrahepatische Zellen geschickt oder dort eingespeichert werden. Die Stoffwechselendprodukte aus diesem Vorgang gelangen in den Harnstoffzyklus.

**Die Gluconeogenese aus Aminosäuren findet ebenfalls in der Leber statt. Es bedarf hierzu der Umwandlung von Pyruvat in Alanin.**

#### Energieausbeute bei der Gluconeogenese

Wichtig zu wissen ist, dass der Vorgang der Gluconeogenese in der Leber mehr Energie benötigt, als diese im Muskel im Rahmen der Glykolyse erzeugt wird. Grund dafür ist, dass bei der Gluconeogenese die stark endotherme Reaktion von Pyruvat zu PEP (Phosphoenolpyruvat) mit hohem Energieaufwand umgangen wird und gleichzeitig die freiwerdende Energie aus der exothermen Reaktion von Fructose-1,6-BP zu Fructose-6-P bzw. Glucose-6-P zu Glucose nicht ausgenutzt wird.

#### *Erläuterung*

Bei der endothermen Reaktion wird Energie in Form von Wärme aus der Umgebung aufgenommen. Bei der exothermen Reaktion wird Energie in Form von Wärme an die Umgebung abgegeben.

Die Gluconeogenese aus Pyruvat hat einen energetischen Aufwand von u. a. 4ATP pro Molekül. Bei der Glykolyse entstehen aus einem Molekül u. a. 2 ATP

#### **Fazit:**

**Die Gluconeogenese ist aus energetischen Gesichtspunkten als sehr unökonomisch zu bezeichnen.**

#### **Zwischenresümee:**

**Pyruvat entsteht bei der aeroben und anaeroben Energiebereitstellung aus Glucose selbst, spielt aber auch eine Rolle bei der Gluconeogenese. Pyruvat ist somit ein wichtiger Teil der Energieversorgung unseres Körpers. Wir besitzen einige Systeme und Gewebe, die auf Glukose als Energielieferant angewiesen sind, zu diesen zählt das Gehirn. Auch unsere Muskeln aber sind unter Anwesenheit von Glukose leistungsfähiger.**

## **Vorkommen**

Wie wir gesehen haben, entsteht Pyruvat als körpereigenes Produkt im Zuckerstoffwechsel, es kommt aber auch in einigen Lebensmitteln vor. Als Beispiele kann man hier anführen: rohe Äpfeln (ca. 450mg/100g), einige Käsesorten, Rotwein (ca. 40mg/100ml), dunkles Bier (ca. 30mg/100ml), Hülsenfrüchte, Vollkornbrot oder Geflügel. Pyruvat ist zudem unter anderem bei PEAK als Nahrungsergänzung erhältlich oder in einigen Supplements mit zugesetzt. Besonders bei einem hohen Aufkommen anaerober Tätigkeiten (z.B. sportliche Betätigung) ist der Anteil an Pyruvat im Körper erhöht.

Pyruvat wird zudem bei allen Arten von Zellschädigungen (z.B. toxischer oder hypovitaminotischer Natur) im Blut und Harn konzentriert. Gleichzeitig kommt es hier zu einer Glykogenverarmung in der Leber und der Muskulatur, da weitere Stoffwechselforgänge so gehemmt sind.

#### **Fazit:**

**Pyruvat kann als völlig natürliche Substanz bezeichnet werden.**

## **Wirkungen von Pyruvat als Nahrungsergänzung**

### **Studie**

Die ATP-Gewinnung in den Mitochondrien kann über die Bildung von Acetyl-COA aus Fettsäuren oder aber die Bildung von Acetyl-COA über **Pyruvat** stattfinden. Es wird hierzu aus dem Zytosol in die Mitochondrienmatrix geschleust.

In einer Studie am American College of Sports Medicine konnte mit der Verabreichung von täglich 6g Pyruvat innerhalb 6 Wochen ein durchschnittlicher Fettabbau von 2,2kg bei menschlichen Probanden festgestellt werden. Bis auf die Supplementierung mit Pyruvat wurde das Ernährungsverhalten nicht geändert. Bei einer Kontrollgruppe ohne Pyruvat konnte unter ansonsten gleichen Bedingungen keine Veränderung festgestellt werden.

**Pyruvat erzielte in der Studie beachtliche Effekte hinsichtlich der Reduzierung von Körperfett. Die gleichzeitige Auswirkung anderer Variablen kann ausgeschlossen werden.**

### **Studie**

Eine andere Untersuchung an adipösen Probanden erbrachte einen durchschnittlichen Fettverlust von 2,4kg (12%). Die Probandengruppe erhielt zur Verabreichung von Pyruvat eine fettarme Diät und betätigte sich sportlich. Letztlich konnte, neben dem Gewichtsverlust, eine Zunahme fettfreier Masse sowie ein Rückgang an Müdigkeit und eine Steigerung des Grundumsatzes um 2% festgestellt werden. Die Kehrseite der

Medaille ist, dass während der 6 Wochen neben 6g Pyruvat auch Vitamin B, Chrom und Zink verabreicht wurde und somit nicht eindeutig klar ist, ob sich die positiven Veränderungen allein auf Pyruvat zurückführen lassen.

**Die Studie bescheinige gute Ergebnisse an adipösen Probanden hinsichtlich Fettabbau und Müdigkeitsempfinden!**

## Studie

In einer weiteren Blindtest-Studie untersuchten Kalmann und Kollegen die Auswirkung niedrig dosiertem Pyruvats (2-3g pro Tag) auf den Fettabbau.

Hierzu bekam eine Testgruppe aus 13 übergewichtigen Personen 6 Wochen lang 2-3 g Pyruvat aufgeteilt auf 2 einzelne Gaben, während die 13 Personen der Kontrollgruppe ein Placebo erhielten. Den Probanden wurde ein 3x wöchentliches Zirkeltraining mit 45-60 Minuten Dauer verordnet. Ihre Ernährung umfasste einheitlich 2000 kcal/Tag.

Es wurde in regelmäßigen Abständen die Körperzusammensetzung kontrolliert und die mentale Stärke bzw. psychische Leistungsfähigkeit getestet.

### Ergebnis

Der Körperfettanteil der Pyruvatgruppe ging signifikant zurück und war nach 6 Wochen von im Durchschnitt 23% auf 20,3% gesunken. Das fettfreie Körpergewicht stieg an, jedoch nicht signifikant (durchschnittlich 0,8kg). Die Kontrollgruppe erfuhr keinerlei Veränderung der Körperzusammensetzung in der 6-wöchigen Testphase.

Die Pyruvatgruppe lieferte erst nach den 6 Testwochen bessere psychische Tests ab als die Kontrollgruppe. Sie fühlte sich jedoch von Anfang an weniger psychisch erschöpft.

### Fazit:

**Pyruvat besitzt offensichtlich Potential in Sachen Fettabbau und ist in der Lage, die psychische Leistungsfähigkeit zu verbessern.**



## Wie funktioniert Pyruvat?

### Fettabbau

Im Tierversuch konnte gezeigt werden, dass Pyruvat offensichtlich den Insulinspiegel im Blut zu senken vermag. Dies wäre eine mögliche Erklärung für den gesteigerten Fettabbau (Lipolyse), da dann vermehrt Glucagon im Körper aktiv sein kann und sich auch vermehrt lipolytische Enzyme in der Fettzelle bilden.

Behauptet wird auch, dass Pyruvat die Umwandlung von inaktivem T4 in aktives T3 fördert. Zur Erklärung: Bei beiden handelt es sich um Schilddrüsenhormone. Die verstärkte Umwandlung käme einer Beschleunigung des Stoffwechsels und Erhöhung des Grundumsatzes gleich. Diese wurde in den genannten Studien auch bestätigt.

Neben der Erhöhung des Grundumsatz könnte Pyruvat auch verhindern, dass es in Zeiten einer hypokalorischen, kohlenhydratarmen Ernährung zu einem Rückgang an freiem T3 kommt. Dies könnte einer Stoffwechselverlangsamung vorbeugen.

Es existieren auch Studien, die zeigen, dass eine Rückkehr aus einer stark hypokalorischen Diät unter Verwendung von Pyruvat zu einer geringeren Zunahme an Körperfett führt und dass Pyruvat den Körperfettzuwachs bei hyperkalorischer Ernährung verringern kann. Wie genau das möglich ist, ist derzeit jedoch leider noch nicht hinreichend untersucht.

**Pyruvat greift offenbar in das Aufkommen an Insulin und aktivem Schilddrüsenhormon ein und fördert so die Fettverbrennung!**

### Körperliche Leistungssteigerung

Unter Einfluss von Pyruvat nehmen Muskelzellen sowohl im aktiven als auch im regenerativen Zustand mehr Glucose auf. Mehr intramuskuläre Glucose bedeutet mehr schnell verfügbare Energie. Dies kann sich sowohl in Sachen Leistung als auch in Sachen Regeneration positiv auswirken. In Untersuchungen konnte bereits eine Zunahme der Ausdauerleistung um 20% festgestellt werden.

**Pyruvat kann für eine Optimierung des Füllgrads bei Glykogenspeichern sorgen und so Kraft- und Ausdauerleistungen verbessern!**

## Geistige Leistungssteigerung

In allen genannten Studien führte die Einnahme von Pyruvat zu einem Rückgang an Müdigkeit oder/und zu einer Verbesserung der geistigen Leistungserbringung. Wie genau dies von Statten geht ist nicht bekannt. Eine mögliche Erklärung wäre seine Wirkung als Antioxidans gegen freie Radikale oder aber sein positiver Einfluss auf die Glucoseversorgung des Gehirns.

**Pyruvat macht geistig fitter!**

## Der Einsatz von Pyruvat in der Diät

Der Einsatz von Pyruvat als unterstützende Substanz in einer Diät wurde in den genannten Studien aufgezeigt. Gute Ergebnisse hinsichtlich einer Steigerung des Grundumsatzes wurden mir der Einnahme von täglich 6g, aufgeteilt auf 2 Gaben festgestellt.

Eine Einnahme von 2-3g vor dem Training wird sich in Verbindung mit einer kohlenhydratarmen Diät leistungssteigernd auf das Training auswirken und somit zu einem indirekten zusätzlichen Mehrverbrauch an Kalorien führen. Die Gesamtaufnahme pro Tag sollte 6g nicht unterschreiten.

Mit der Einnahme von Pyruvat lassen sich auch die bei einem Kohlenhydratmangel oft auftretenden Konzentrationsstörungen kompensieren.

Sehr gute Erfolge verspricht der Einsatz von Pyruvat hinsichtlich Fettreduktion bei Personen mit einem leicht erhöhten Körperfettgehalt. Es scheint sowohl für Männer als auch für Frauen geeignet zu sein.

Optimale Absorption verspricht eine kombinierte Einnahme von Pyruvat mit Alpha-Liponsäure zwischen den Hauptmahlzeiten.

## Nebenwirkungen

Nebenwirkungen konnten in bisherigen Versuchen mit einer Dosierung von 6g/Tag nicht beobachtet werden. Da Pyruvat eine körpereigene Substanz ist und auch über einige Nahrungsmittel aufgenommen wird, sind Nebenwirkungen in einem „normalen“ Einnahmebereich als unwahrscheinlich anzusehen.

Da Pyruvat immer an ein Mineral gebunden sein muss (meist Calcium), um stabil zu sein, muss man bei hohen Dosierungen jedoch Vorsicht hinsichtlich eines möglichen Ungleichgewichtes im Mineralstoffhaushalt walten lassen. 30g Pyruvat sind an etwa 5,4g Calcium gebunden

## Resümee

Pyruvat ist zweifelsohne eine allgegenwärtige Substanz. Sie entsteht als Teil der Glykolyse und Gluconeogenese in unserem Körper, wir nehmen Sie aber auch über die Nahrung auf.

Mit Pyruvat kann unser Körper sowohl unter aeroben als auch unter anaeroben Bedingungen etwas anfangen.

Die Verwendung von Pyruvat als **Nahrungsergänzung** ist sicher nicht so alltäglich wie die Verwendung anderer Substanzen zur Fettverbrennung und Leistungssteigerung. Auch die Datenlage ist nicht immens umfangreich und es bestehen noch offene Fragen hinsichtlich des genauen Wirkungsmechanismus. Angesichts der aufgezeigten Studien und unter Berücksichtigung des Hintergrunds von Pyruvat ist die Einnahme zu den genannten Zielen mit Sicherheit einen Versuch wert.

Wir wünschen Ihnen viel Erfolg mit dem neu erlesenen Wissen und hoffen, dass Sie einiges davon auch in der Praxis für sich verwenden können.



**Sportliche Grüße**

Ihr

**Holger Gugg**

**[www.body-coaches.de](http://www.body-coaches.de)**

mit

**Markus Hofmeister**

## Quellen

Kalman D, Colker CM, Wilets I, Roufs JB, Antonio J (1999) The effects of pyruvate supplementation on body composition in overweight individuals. *Nutrition* 15: 337-340

Stanko, R. T., et al. Enhancement of arm exercise endurance capacity with dihydroxyacetone and pyruvate. *J Appl Physiol.* 68:119-124, 1990.

Stanko, R. T., et al. Enhanced leg exercise endurance with a high carbohydrate diet and dihydroxyacetone and pyruvate. *J Appl Physiol.* 69:1651-1656, 1990.

Athletes who received supplemental pyruvic acid experienced significant improvement in arm and leg exercise performance compared to athletes receiving a placebo - they also experienced an increase in muscular endurance of 20%.

Kalman, D., et al. Effects of exogenous pyruvate on body composition and energy levels. *Med Sci Exer Sport.* 30(5), 1998.

Kalman, D., et al. Effect of pyruvate supplementation on body composition and mood. *Curr Ther Res.* 59:793-802, 1998.

A group of overweight people were given 6,000 mg of pyruvic acid per day for six weeks. In addition to receiving pyruvic acid, each person took part in a program of weight training and aerobic exercise three times per week for 45 minutes per session. At the end of the six weeks study, those who received pyruvic acid reported less fatigue.

Kalman, D., et al. Effects of exogenous pyruvate on body composition and energy levels. *Med Sci Exer Sport.* 30(5), 1998.

Kalman, D., et al. The effects of low dose pyruvate supplementation on body composition of overweight individuals. *Nutrition.* (In Press), 1998.

Kalman, D., et al. Effect of pyruvate supplementation on body composition and mood. *Curr Ther Res.* 59:793-802, 1998.

A group of overweight people were given 6,000 mg of pyruvic acid per day for six weeks. In addition to receiving pyruvic acid, each person took part in a program of weight training and aerobic exercise three times per week for 45 minutes per session. At the end of the six weeks study, those who received pyruvic acid had lost a significant amount of body fat (2.1 kg), and gained a significant amount of lean muscle mass (1.5 kg). Those who exercised and did not receive pyruvic acid had no significant changes in either fat or lean body mass.

Stanko, R. T., et al. Body composition, energy utilization, and nitrogen metabolism with a 4.25-MJ/d low-energy diet supplemented with Pyruvate. *American Journal of Clinical Nutrition.* 56(4):630-635, 1992.

Stanko, R. T., et al. Pyruvate supplementation of a low-cholesterol, low fat diet: effects on plasma lipid concentrations and body composition in hyperlipidemic patients. *American Journal of Clinical Nutrition.* 59(2):423-427, 1994.

Lipoic Acid is essential for the decarboxylation of Pyruvic Acid.

Bewerten Sie diesen Beitrag

Rating: 6.0/6 (5 votes cast)



[Print](#)



[PDF](#)



[Drucken](#)

Tags: [Pyruvat](#)

## Schreibe einen Kommentar

Du musst [eingelogggt sein](#) um einen Kommentar zu schreiben