



FIT&SHAPE WORKSHOP

KETO – STEP 2

mit
Dipl. oec. troph. Ulrike Gonder



Keto-Science 1/2





Unsere erste natürliche Nahrung: fördert die Ketonbildung

ketogen:
> 55 en% Fett
16 – 18 % MCTs

aber auch:
7 g Zucker

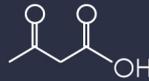


Wovon reden wir hier? Ketone (= Ketonkörper)

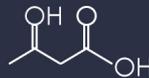
Aceton



Acetoacetat



β -Hydroxybutyrat



Wann und wo Ketone gebildet werden

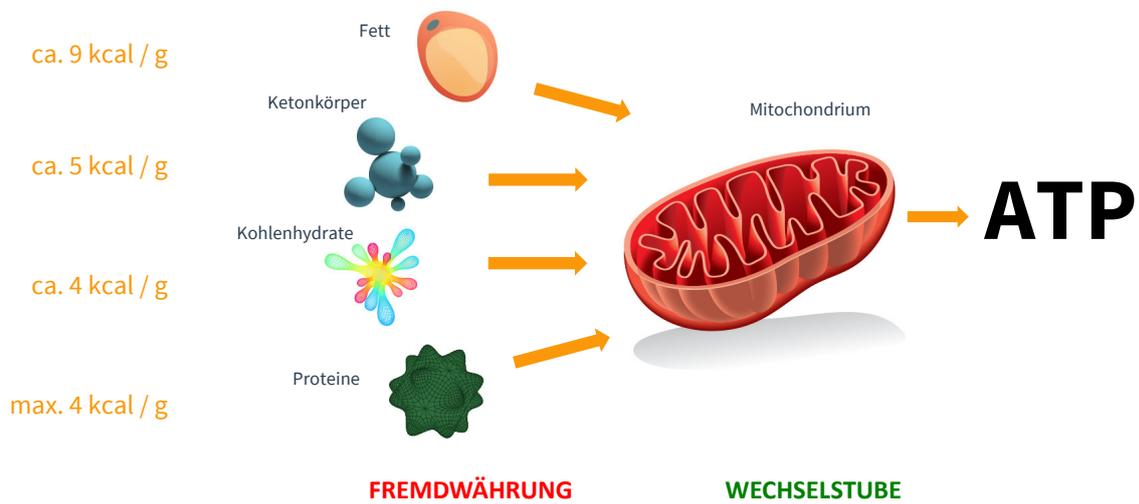
größtenteils in der Leber,
ggfs. auch in bestimmten
Zellen der Niere und
des Gehirns



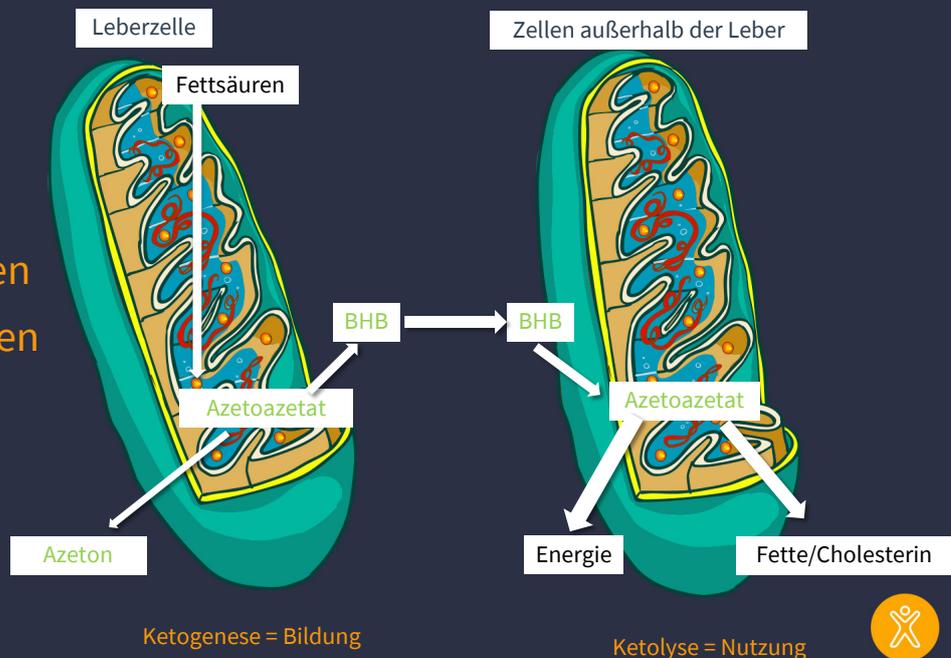
- Fasten / Hunger
- bei intensivem Sport
- ketogene Ernährung
- MCTs
- Kokosöl
- Supplemente
- im alternden Gehirn
- bei Neugeborenen
- in Schwangerschaft und Stillzeit
- Insulinmangel

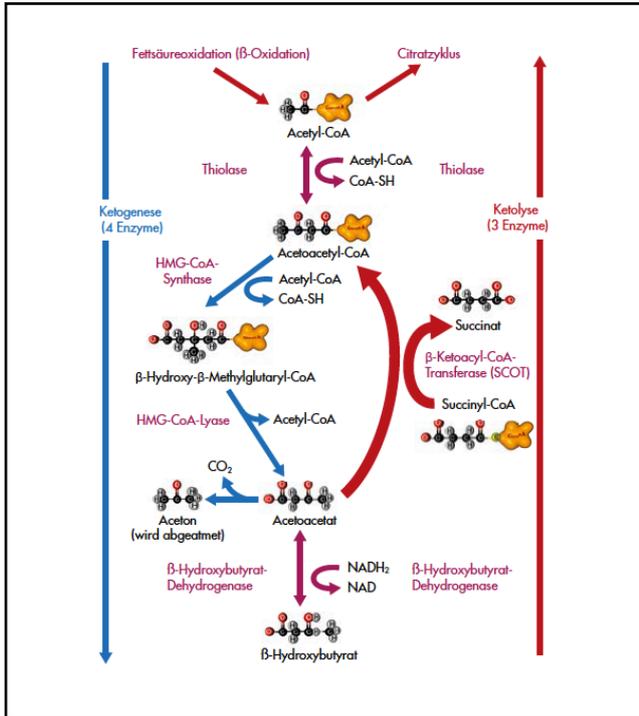


Woraus unser Körper Energie (ATP) gewinnt



Wo genau?
In den
Zellkraftwerken
= Mitochondrien





Die Leber braucht 4 Schritte zur Ketonbildung.

Die Zellen außerhalb der Leber, die Ketone nutzen, benötigen 3 Schritte dafür.

Ganz normale körperliche bzw. zelluläre Vorgänge.

Gonder et al., Der Keto-Kompass. systemed/riva 2018

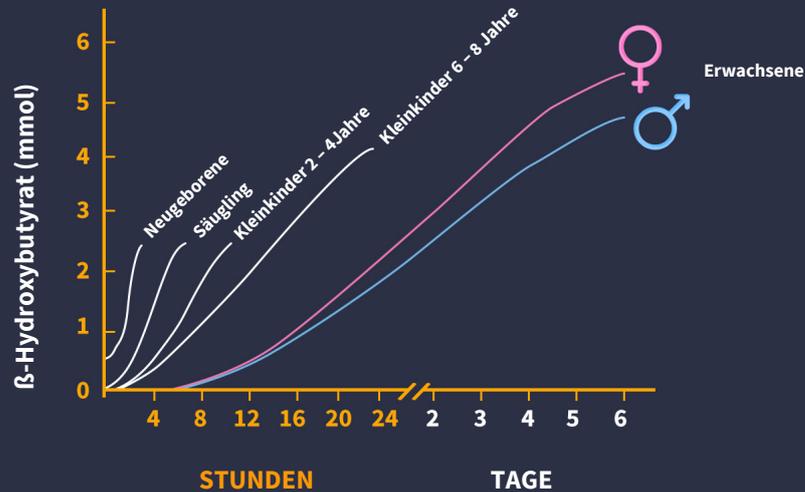
Wann wie viele Ketone entstehen

| Strategie / Auslöser | erreichbare Ketonwerte im Blut (mmol BHB/l) |
|--------------------------------------|---|
| Koffein | 0,2 – 0,3 |
| Kokosöl | 0,3 – 0,5 |
| MCT-Öle | 0,3 – 1,0 |
| anstrengende körperliche Aktivitäten | |
| - Sport | |
| - Wehen / Geburt | 0,3 – 0,5 |
| - intensiver Sport | 0,5 – 3,0 2,5 – 3,5 |

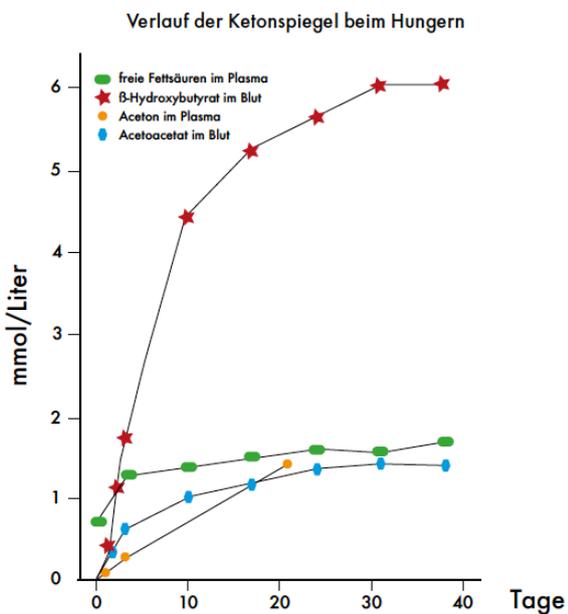
| Strategie / Auslöser | erreichbare Ketonwerte im Blut (mmol BHB/l) |
|--------------------------------------|---|
| klassische ketogene Diät (Epilepsie) | 2 – 6 |
| Hungern / Fasten | 2 - 7 |

modif. n. Newport, 2019, Phinney & Volek, 2012

Ketonspiegel im Blut (BHB) beim Hungern / Fasten



Modif. N. Cahill, JF Jr., Ann Rev Nutr 2006; 26:1-22



Mod. N. Cahill, GF, Jr., Ann Rev Nutr 2006; 26:1-22

Im Lauf des Hungerns werden Ketone und Fettsäuren zu den wichtigsten Energielieferanten

Die ketogene Ernährung imitiert den Fastenstoffwechsel in vieler Hinsicht!

Denn der Leber ist es egal, ob die Fettsäuren vom Teller oder von der Hüfte kommen!



Bitte nicht verwechseln!
Ketose = physiologisch | Ketoazidose = pathologisch

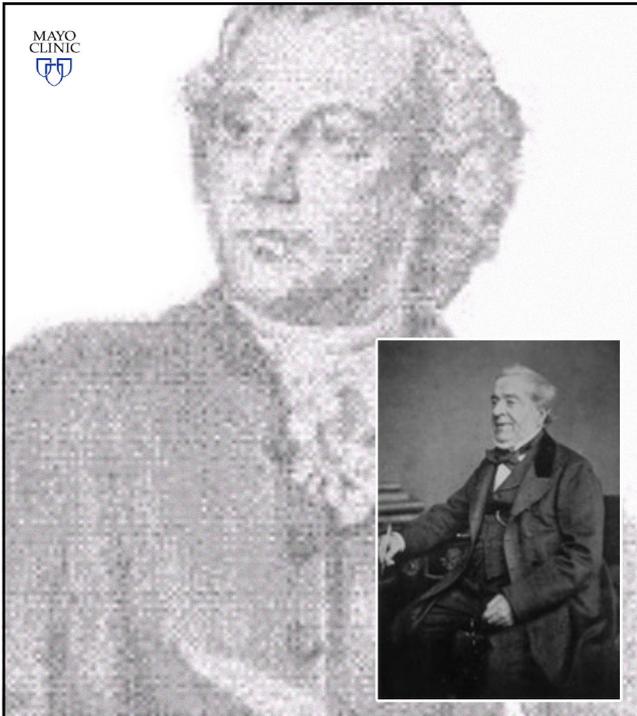
KETONMENGEN IM BLUT

| Bedingungen, die zur (nützlichen) Ketose führen | Ketonkörper im Blut (nur β -Hydroxybutyrat) |
|---|--|
| Nach 90 Minuten Laufen | 0,25 mmol/l |
| Nach Verzehr von Kokosöl und/oder MCT-Öl | 0,25 – 0,5 mmol/l |
| Bei streng kohlenhydratarmer Diät (< 50g täglich) | 1 – 3 mmol/l |
| Bei klassischer ketogener Diät (Epilepsie-Diät) | 2 – 5 mmol/l |
| Nach zwei- bis zehntägigem Hungern | 2 – 7 mmol/l |
| bei lebensgefährlicher Ketoazidose v.a. Insulinmangel bei Typ-1-Diabetes | 10 - 25 mmol/l |

zugleich: Blutzucker sehr hoch, pH arteriell < 7,35
Hyperkaliämie, Patient schwach, müde

mod. n. Newport, M: Alzheimer vorbeugen und behandeln. 2012

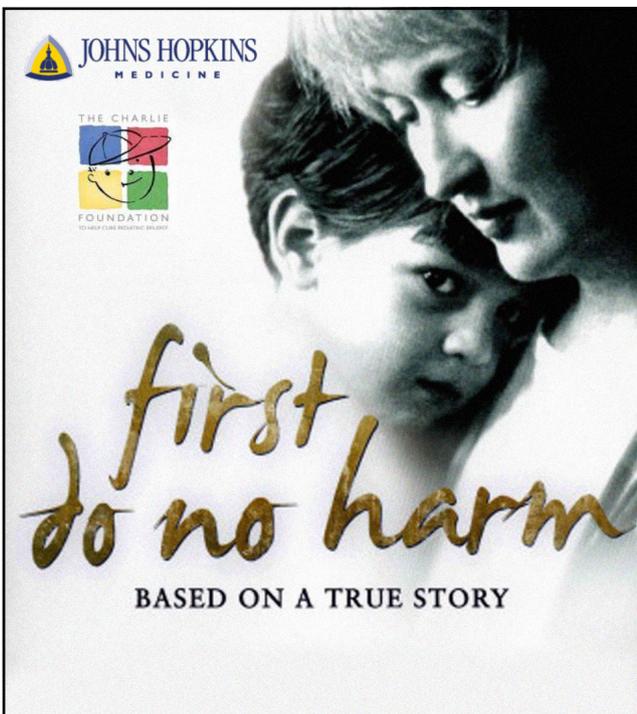




Keto/Low-Carb: Über 200 Jahre Forschung & Erfahrungen

- **1797:** J. Rollo
Fleischdiät bei Diabetes mellitus
- **1864:** W. Banting
Letter on Corpulence (Banting-Kur)
- **1885:** F. Hirschfeld
Fleischdiät, Azetonurie, Rolle der KH bei Diabetes
- **Anfang der 1900er Jahre:**
T.E. McMurray: stärke- und zuckerfreie Diät bei Epilepsie
R. Wilder: ketogene Diät bei Epilepsie
R. Woodyatt: ketogene Diät bei Gesunden und Diabetikern

mod. n. Prof. Ulrike Kämmerer, Würzburg



Keto/Low-Carb: Über 200 Jahre Forschung & Erfahrungen

- **1925:** M. Peterman
ketogene Diät für Epilepsie-Kinder
Definition: 1 g Protein/kg KG, 10-15 g KH/Tag, Rest Fett
- **1994:** J. Abrahams, Charlie Foundation
- **1995:** L. Nebeling
Ketogene Diät bei 2 Patientinnen mit Hirntumor (Astrozytom)
- **1997:** Film „First Do Not Harm“ (mit Meryl Streep)
- **2005:** Thomas Seyfried
Krebs als Stoffwechselkrankheit (nicht genetisch)

mod. n. Prof. Ulrike Kämmerer, Würzburg





Ketose: „Pseudo-Hunger“

HUNGERSTOFFWECHSEL OHNE HUNGERN

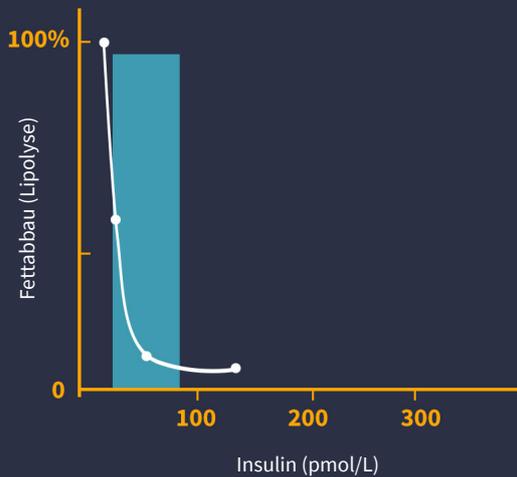


Eine ketogene Diät / Ernährung ist eine

- ✓ (sehr) fettreiche
- ✓ kalorien- und eiweißbilanzierte
- ✓ sehr kohlenhydratarmer Ernährungsform
- ✓ bei der die Leber aus Fetten **Ketone** bildet
- ✓ durch welche der Fasten-Stoffwechsel teilweise imitiert wird.



Schon minimale Anstiege des Insulins hemmen den Fettabbau und die Fettverbrennung



Gonder et al., Der Keto-Kompass. systemed/riva 2018



Fette und Fettstoffwechsel bei heute typischen Stoffwechselleiden (IR / MetS / T2DM / PCOS etc.)

Austausch von Kohlenhydraten gegen einfach und mehrfach ungesättigte Fettsäuren (40-50 % der Kalorien) **senkt:**

- LDL-Cholesterin (stärker als Low-Fat)
- Anteil kleiner, dichter LDL-Partikel
- VLDL-Cholesterin
- nicht-HDL-Cholesterin
- Triglyzeride

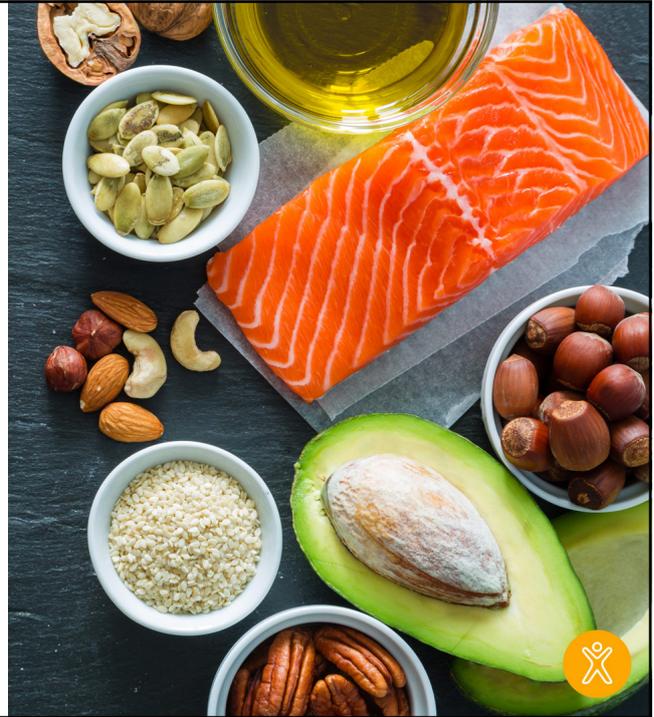
Stabilisiert/erhöht das „gute“ Cholesterin (HDL) und **senkt** damit diverse Risikomarker (CHOL/HDL- und TG/HDL-Quotient)

Bei hoher Zufuhr von n-3 Fettsäuren bzw. niedrigem n-6/n-3 Quotienten **sinken** VLDL- und Triglyzeridspiegel



Zivilisationskrankheiten

Die effektivste Ernährungsmaßnahme ist der Austausch von Kohlenhydraten durch **Fett** und Eiweiß bei hohem Anteil einfach ungesättigter Fettsäuren.



Es profitieren ganz besonders Menschen mit gestörtem Kohlenhydrat- und Fettstoffwechsel

Definitionen

LCHF =
low carb high/healthy fat

Proteinzufuhr normal:
0,8 bis 1,5 g/kg KG

Sollgewicht

ursprünglich aus Schweden

www.lchf-deutschland.de

- striktes LCHF:
max. 10 g KH/d bzw. 2 en%
- normales LCHF:
max. 25 g KH/d bzw. 5 en%
- liberales LCHF:
max. 50 g KH/d bzw. 10 en%
- Low Carb:
bis 100 g KH/d bzw. 20 en%



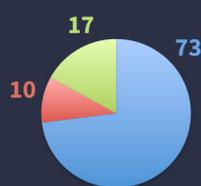
Ketogene Diäten

Ketose ↑

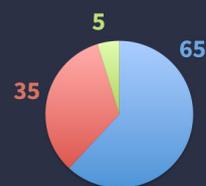
Geschmack & soziale Akzeptanz ↑



KD 4:1



MCT-Diät



MAD

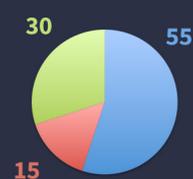
● En% Fett

● En% Protein

● En% Kohlenhydrate



LGIT



DGE

Ernährungsempfehlung
nach DGE

Och, U et al., Ern Umschau 2017;8:444-457



Wer darf sich auf keinen Fall (!) ketogen ernähren?

- Störungen des Fettsäureabbaus (defekte Enzyme)
- Störungen der Ketonbildung (Enzymdefekte in der Leber)
- Störungen des Keton-Abbaus (Mangel an bestimmtem Enzym)
- Enzymdefekte in den Mitochondrien
- Defekte der Glukoneogenese
- bestimmte Störungen der Bauchspeicheldrüse

Baumeister, FAM, Ketogene Diät. Schattauer 2011



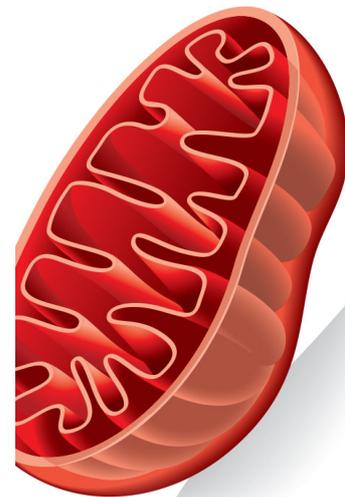
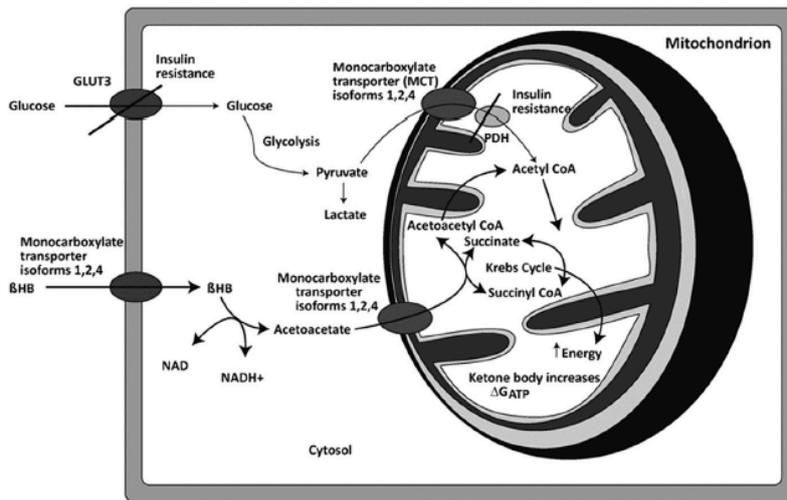
Wer darf sich nur mit besonderer Vorsicht ketogen ernähren?

- Niereninsuffizienz: erfordert individuelle Zusammensetzung
- seltene angeborene Störungen der Cholesterinverwertung: überwiegend pflanzliche Fette einsetzen
- Tumoren im Magen-Darm-Bereich
- Personen mit Fettverdauungsstörungen
- Entzündungen der Bauchspeicheldrüse (Pankreatitis)
- Nierensteine
- intermittierende Porphyrie
- bestimmte Störungen der zellulären Energiegewinnung (Atmungskette)

Baumeister, FAM, Ketogene Diät. Schattauer 2011



Glukose / BHB: alternative Brennstoffe



Ketone werden konzentrationsabhängig vom Gehirn zur Energieversorgung genutzt: Gesunde und AD-Patienten!

| β-Hydroxybutyrat im Plasma | Anteil der Ketone am Energieverbrauch des Gehirns |
|----------------------------|---|
| ca. 0,1 mmol/l | ca. 5 % |
| 1 mmol/l | 10 – 15 % |
| 5 – 7 mmol/l | 50 – 65 % |
| ab 7 – 8 mmol/l | > 75 % |

modif. n. Cunnane, SC et al.: Ann NY Acad Sci 2016, doi: 10.1111/nyas.12999



Neue Erkenntnisse zur
Wirkweise

BHB WIRKT WIE
EIN KÖRPEREIGENES
„MEDIKAMENT“

Ketone, v. a. BHB: nicht nur Energiequelle

- liefern mehr Energie als Traubenzucker
 - erzeugen weniger freie Radikale und energiereicheren „Brennstoff“
 - wirken im Gehirn ähnlich wie Insulin
 - verbessern die Stimmung und dämpfen den Hunger
 - schützen Eiweiße vor Verzuckerung
 - wichtige Baustoffe für Fettsäuren, Cholesterin und Nervenschutzhüllen (Myelin)
 - BHB ist ein wichtiges Signalmolekül für viele Zellen, u.a. im Gehirn
- BHB kann helfen, Gene ein- und ausschalten
 - BHB wirkt entzündlich
 - BHB erhöht Wachstumsfaktor im Gehirn (BDNF, Brain Derived Neurotrophic Factor)
 - BHB erhöht beruhigende Botenstoff (Glutamat → GABA)
 - BHB fördert die Durchblutung des Gehirns und die Bildung neuer Zellkraftwerke (Mitochondrien)



QUIZ

Kann man Sport machen, wenn man in Ketone ist?

A. ja, nach Eingewöhnung

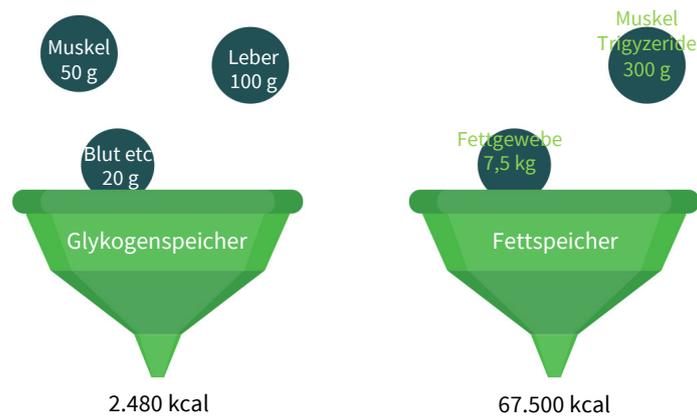
B. nein, die Muskeln brauchen Carbs

C. ja, aber kein Leistungssport

D. ja, aber nur Kraftsport



Typische Glykogen- und Fettspeicher bei Athleten mit 70 – 75 kg (ca. 10 % Körperfettanteil)



Gonder & Tulipan et al., Der Keto-Kompass. systemed/riva 2018



Was fördert, was hemmt die Ketose?

OFF

ON

- hoher Insulinspiegel
- kohlenhydratreiche Ernährung
- sehr hohe Eiweißmengen (Alanin)
- volle Glykogenspeicher
- Insulinresistenz
- nächtliches Essen
- Kunstlicht, v.a. abends und nachts
- Bewegungsmangel
- zu viel Cortisol (Stresshormon) → Muskelabbau → AS steigen und → Zuckerneubildung → Blutzucker steigt → beides hemmt Ketonbildung

- niedrige Insulinspiegel
- hohe Glukagonspiegel
- Nahrungskarenz/Fasten
- stark kohlenhydratarme Kost (20-50 g)
- intensiver Sport
- hohe Insulinsensitivität
- Kälte
- Fett (Depot/Nahrung)
- MCT-Fette/Keton-Supplemente (unabhängig von der Nahrungszusammensetzung)

