

Chemie und Sport

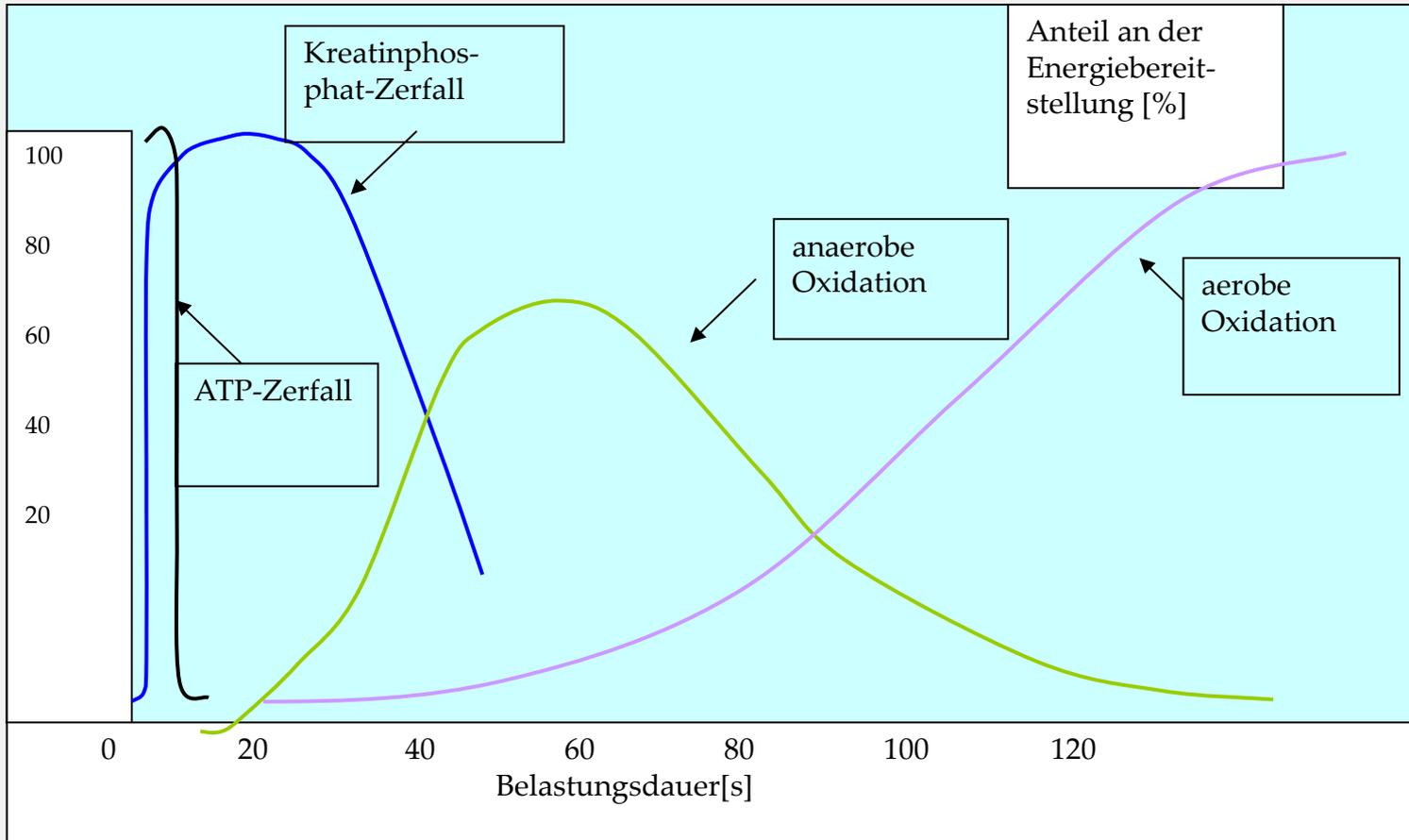
Woher kommt die
Energie ?



Darmstadt,
03.09.2013



Energiebereitstellung im Körper



Schnelle Energiebereitstellung für den Sprint



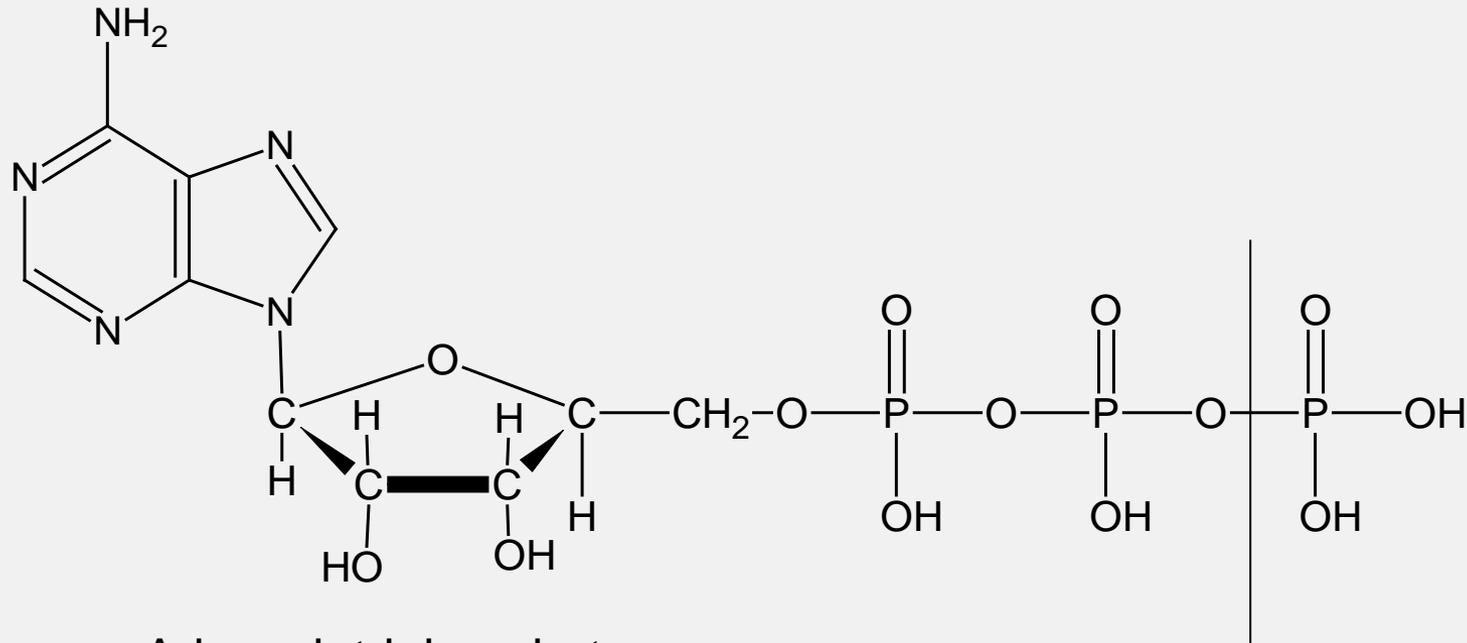
Vorteil:

- Schnelle Energiebereitstellung

Nachteil:

- Nur kurz andauernde Belastung möglich

ATP-Energiewährung der Zelle

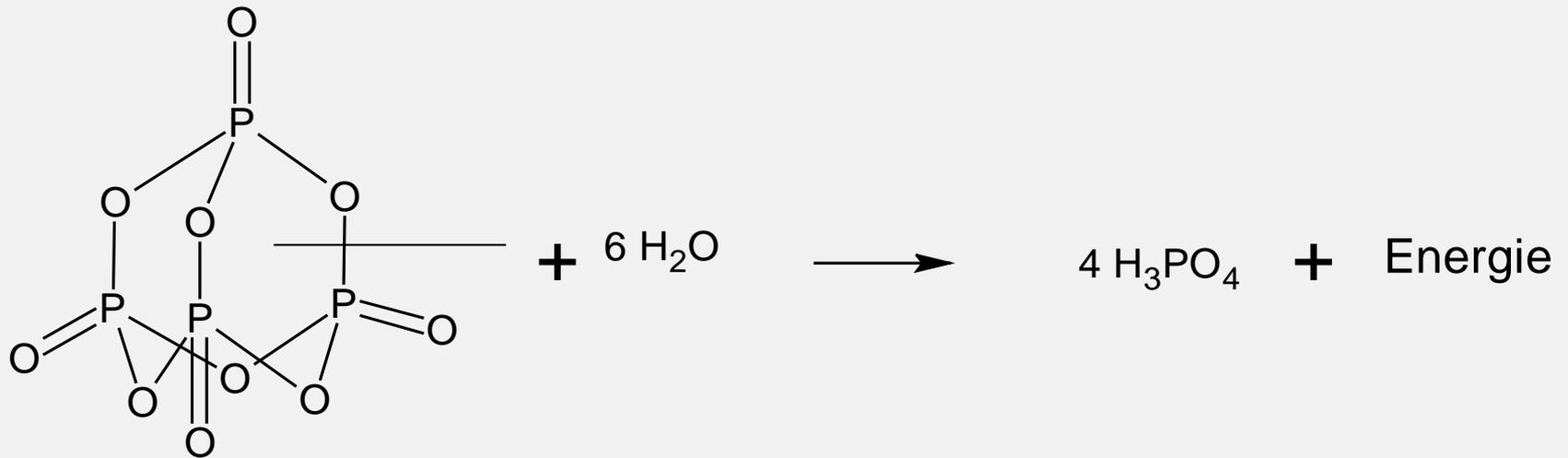


Adenosinetrifosphat

ATP-ase

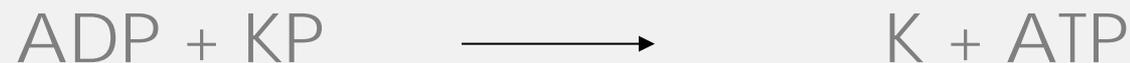


Hydrolyse von Phosphorpentoxid



Kreatin - das Wundermittel

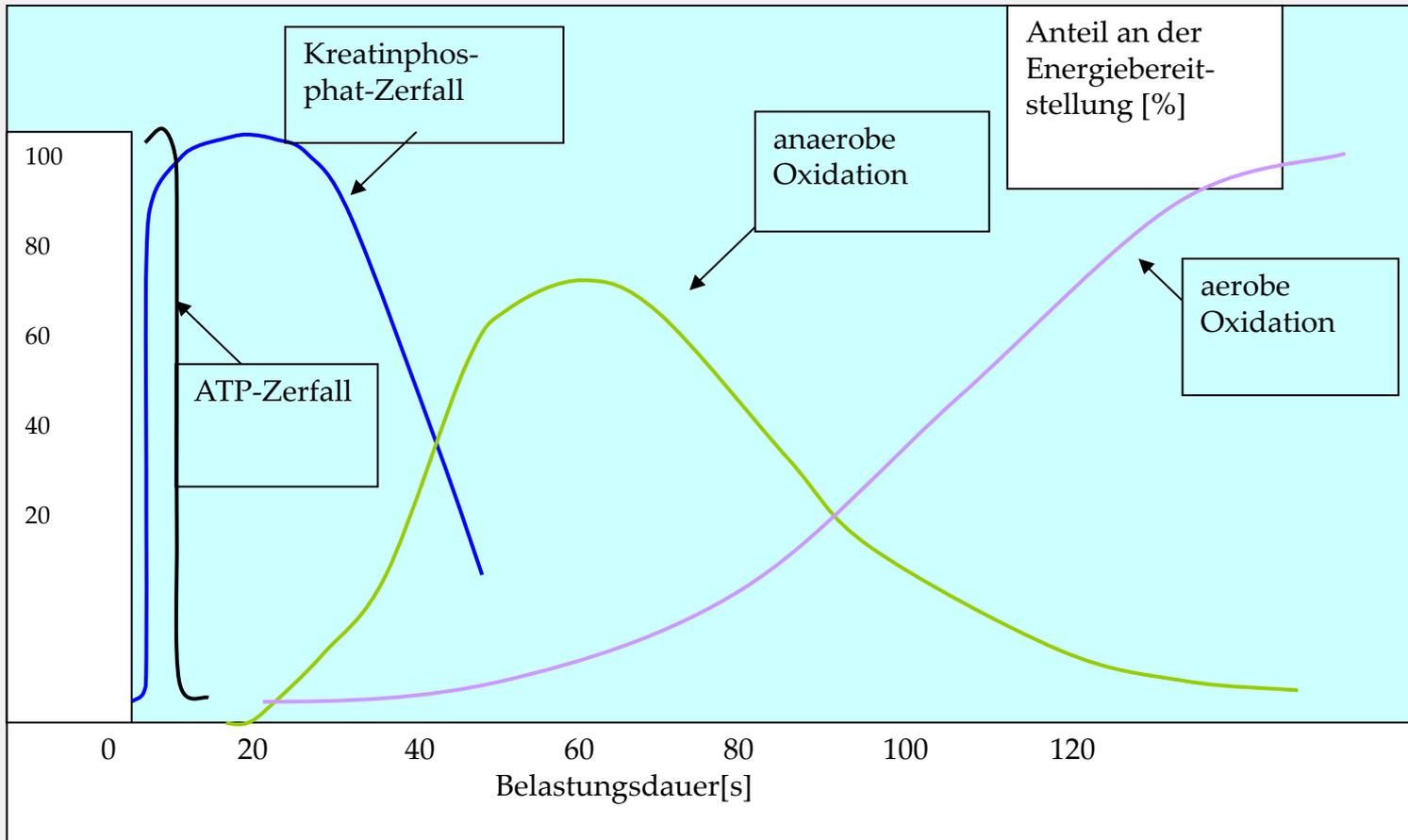
- Kreatinphosphat bildet zusammen mit Adenosin-triphosphat (ATP) und ADP die energiereichen Phosphate. Das Kreatinphosphat (KP) stabilisiert im Wesentlichen eine hohe ATP-Konzentration in der Muskelzelle. Bei der Resynthese des ATP gibt das Kreatinphosphat seinen Phosphatrest an das ADP ab. ATP wird nachgebildet:



Nahrungsmittel- ergänzung oder Doping?

- Ein 70kg schwerer Mann verfügt über 120g Kreatin (95% liegen als Kreatinphosphat vor) in der Muskulatur.
- Die Umsatzrate (Ausscheidung über Urin /Aufnahme durch die Nahrung und Eigensynthese) liegt bei 2g/Tag.
- Die endogene Biosynthese produziert täglich 1g in Leber und Bauchspeicheldrüse und 1g in der Nahrung (Fisch/Fleisch).
- Bei der Olympiade in Sydney hat der Ringer Alexander Leypold täglich **über 100g Kreatin** zu sich genommen!

Energiebereitstellung im Körper



Schnelle Energiebereitstellung für die Mittelstrecke ca. 60s



Vorteil:

- Schnelle Energiebereitstellung

Nachteil:

- Nicht ökonomisch
- Laktat wird gebildet

Formen der Energiebereitstellung

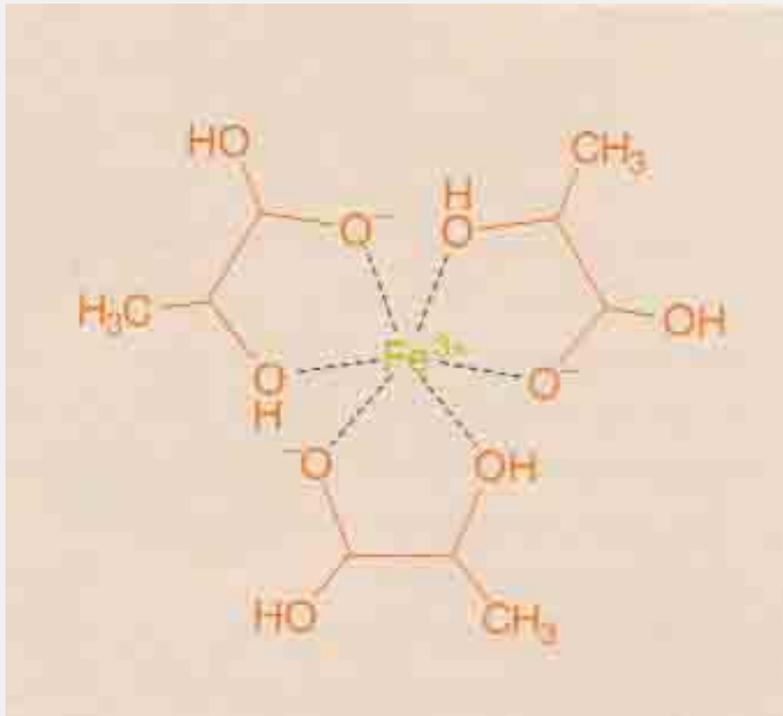
- Anaerob alaktazide Energiebereitstellung



- Anaerob laktazide Energiebereitstellung



Nachweis von Laktat



Tris-[2-(hydroxy)propanato]
eisen(III)-Komplex

Der Laktatwert ein Indiz für die körperliche Leistungsfähigkeit



Laktatwerte GK 13

(22.05.2010)

Name	vor 4 *75 m Sprint	nach 4 *75 m Sprint
XXXXXXXXXX	4,8	7,2
XXXXXXXXXX	3,2	8,4
XXXXXXXXXX	1,9	9,8
XXXXXXXXXX	6,1	22,3
XXXXXXXXXX	2,8	12,1
XXXXXXXXXX	2,2	4,1
XXXXXXXXXX	2,8	7
XXXXXXXXXX	2,8	7,4
XXXXXXXXXX	3,1	4,9
XXXXXXXXXX	7,4	4,8
XXXXXXXXXX	1,1	5,6

Blut und Pufferkapazität

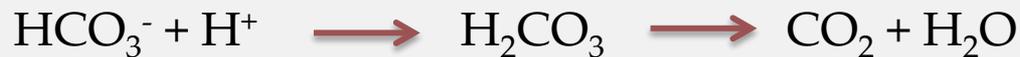
- Der pH-Wert des Blutes liegt bei 7,4.
- Schon geringe Änderungen des Blut-pH-Wert können zu Beeinträchtigung lebenswichtiger Funktionen führen.
- Das Blut verfügt über verschiedene Puffersysteme
- Die Wirkung der Puffersysteme wird in der Sportmedizin u.a. als Indikator für die sportliche Leistungsfähigkeit verwendet
(häufiger Sauerstoffaufnahmefähigkeit pro Kg Körpergew.)

Atmen nach Erschöpfung



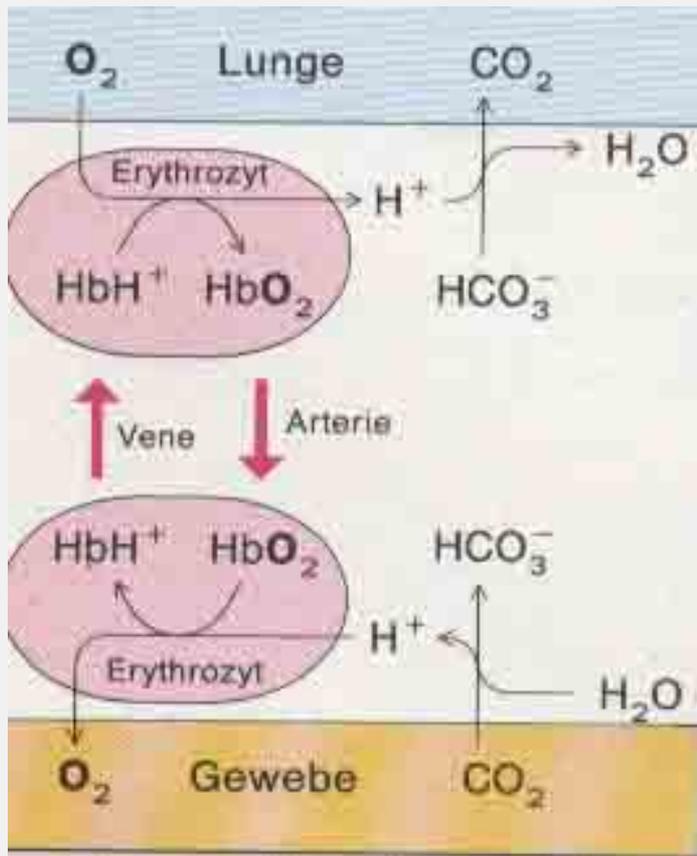
Kohlensäure/Carbonat-Puffer

Säurezugabe:



$$\text{pH} = \text{pKs} + \log \frac{c(\text{H}_2\text{CO}_3)}{c(\text{HCO}_3^-)}$$

Puffersysteme im Blut



- Der Kohlensäure / Karbonat-Puffer

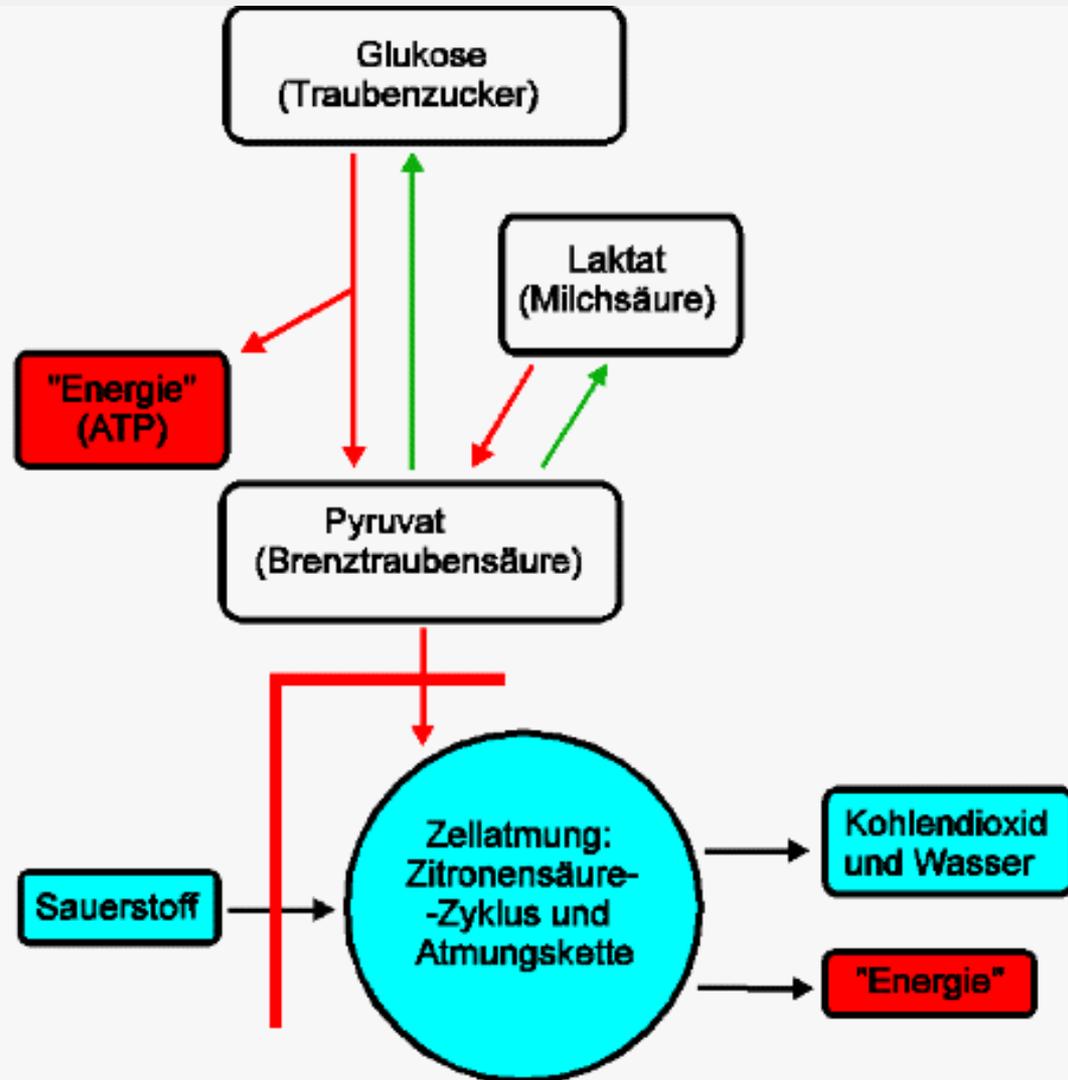


- Der Phosphatpuffer



[Versuchsbeschreibung](#)

Aerobe Oxidation



Formen der Energiebereitstellung

- **Anaerob alaktazide** Energiebereitstellung



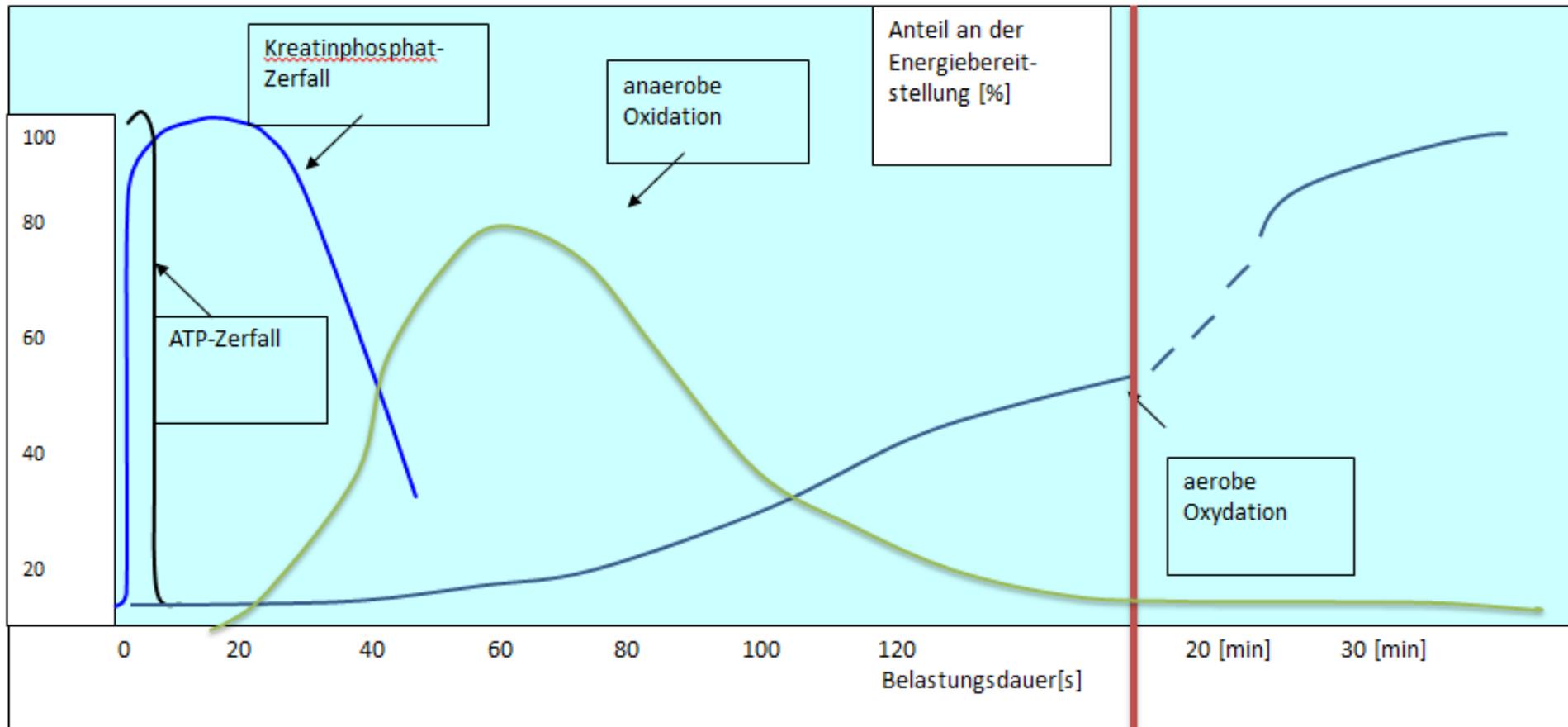
- **Anaerob laktazide** Energiebereitstellung



- **Aerobe Energiebereitstellung:**



Die aerobe Energiebereitstellung



Aerobe Energiebereitstellung



Vorteil:

- Ökonomische Energiebereitstellung über einen längeren Zeitraum

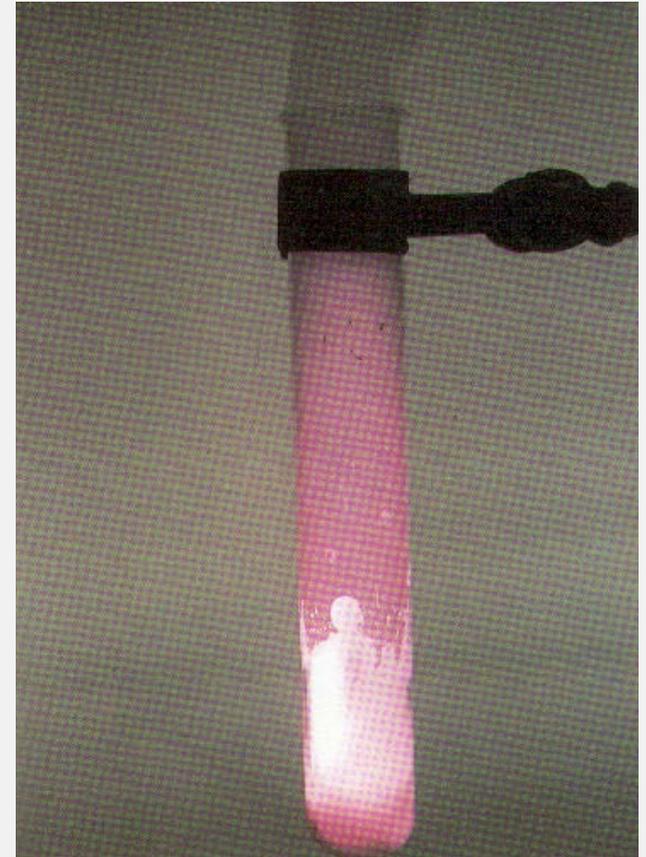
Nachteil:

- Energie wird langsam bereitgestellt, keine spontanen, schnellen Bewegungen

Zucker als Energieförderer

Ein kleines Stück
Würfelzucker wird mit
Kaliumchlorat in heftige
exotherme Reaktion
oxidiert. Im Energiestoff-
wechsel des Organismus
werden die Kohlenhydrate
schrittweise verbrannt.

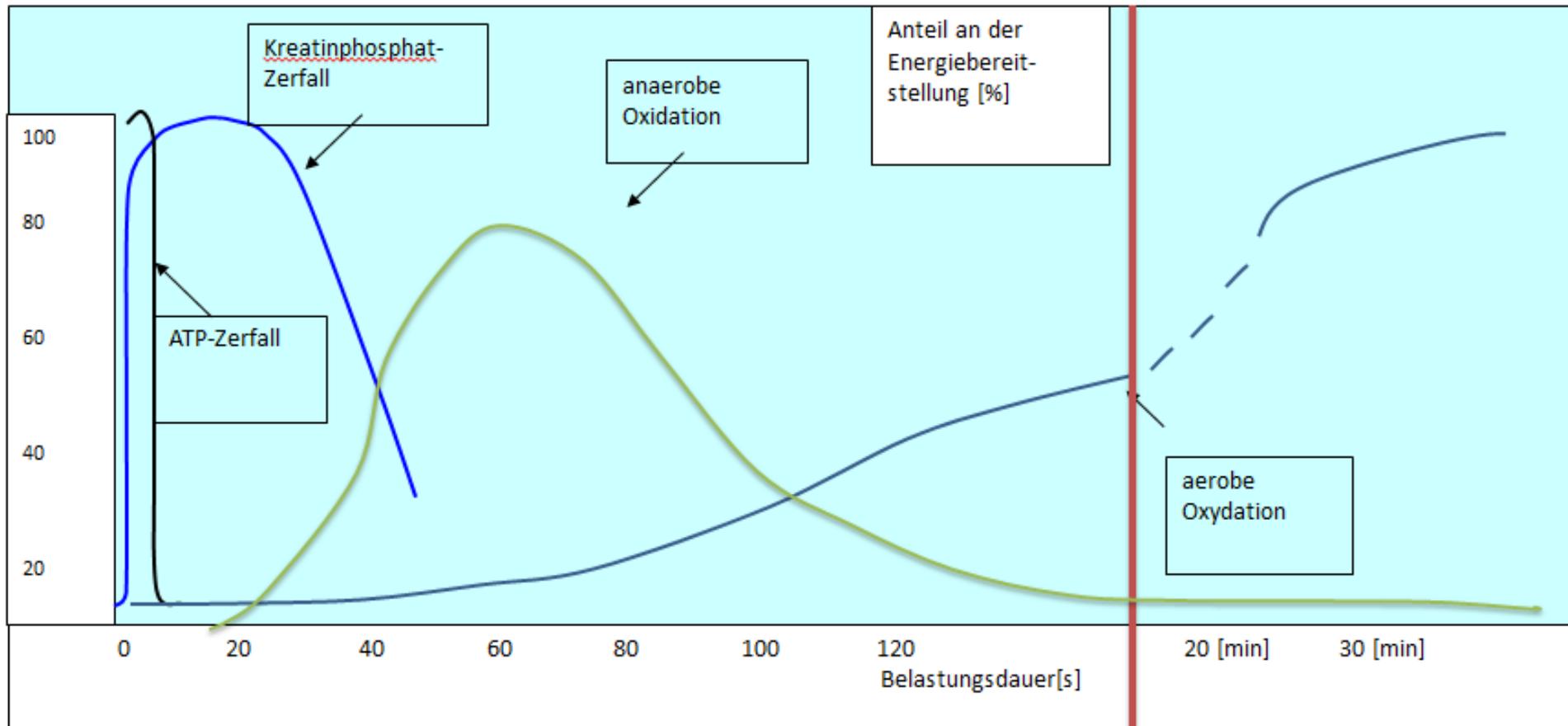
Bei diesem Versuch wird die
gesamte Energie auf
einen Schlag freigesetzt.

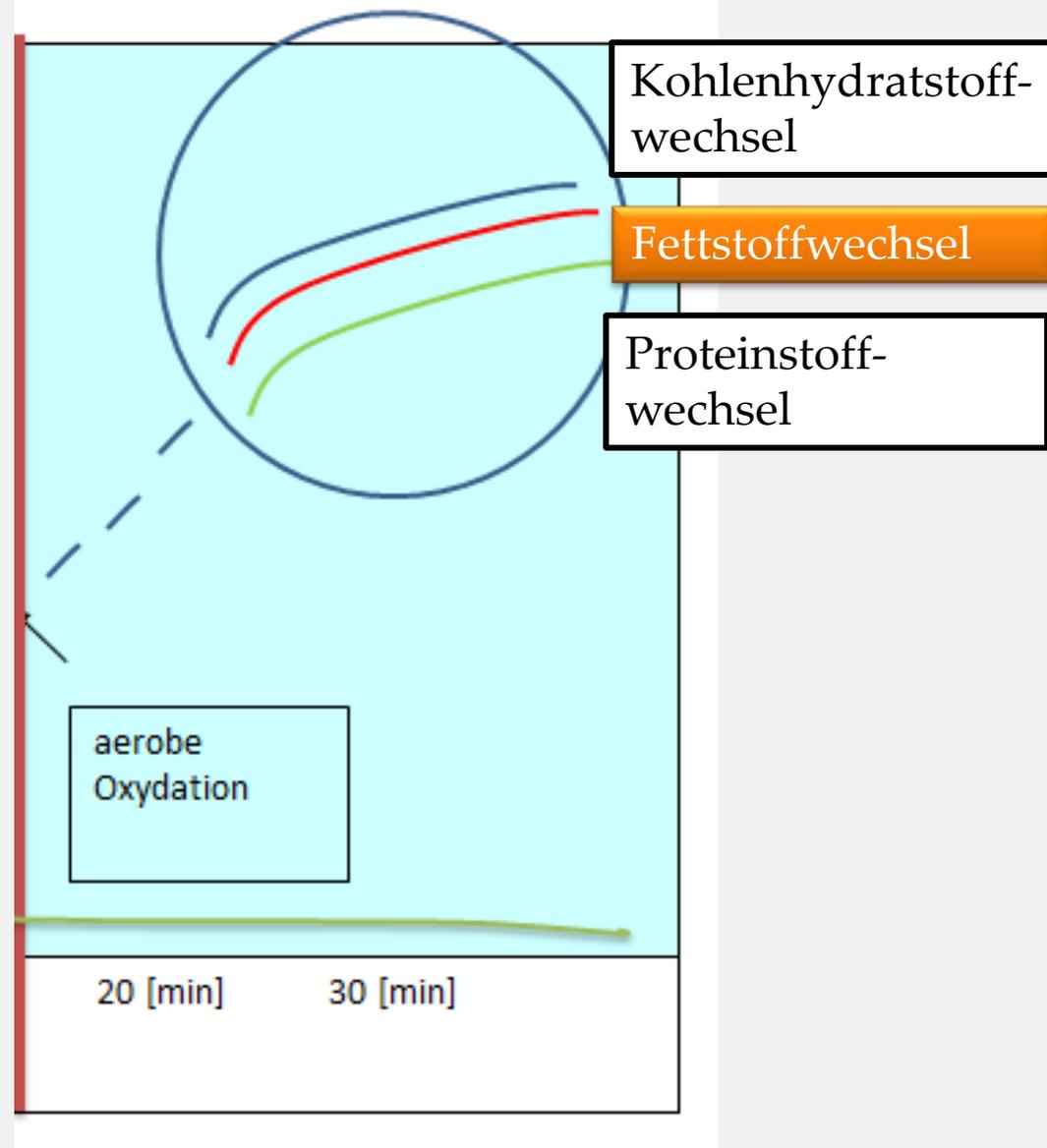
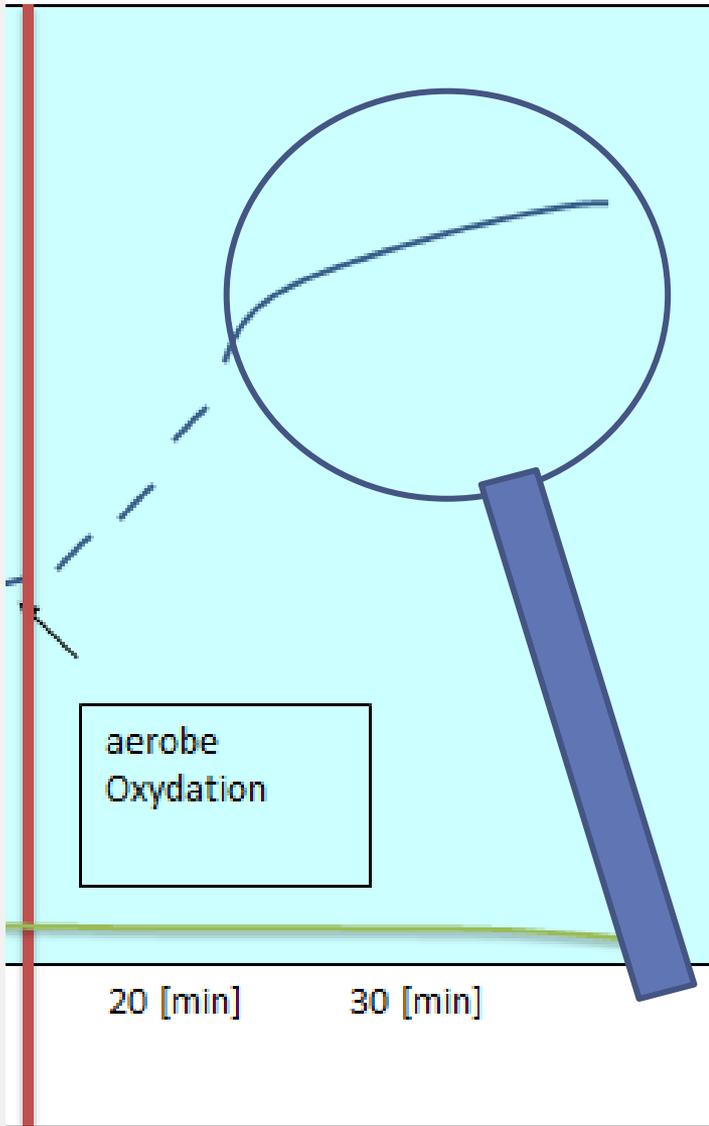


Bottle - Experimente mit Isostar

- Sportgetränke enthalten einen beachtlichen Anteil an Zucker. Die Glukose kann direkt nachgewiesen werden, aber auch indirekt als Reduktionsmittel im Blue-Bottle Experiment.
- $\text{Mb} + \text{Glucose} + \text{H}_2\text{O} \rightleftharpoons \text{MbH}_2 + \text{Gluconsäure}$
(oxidierte Form) (reduzierte Form)
blau farblos

Die aerobe Energiebereitstellung

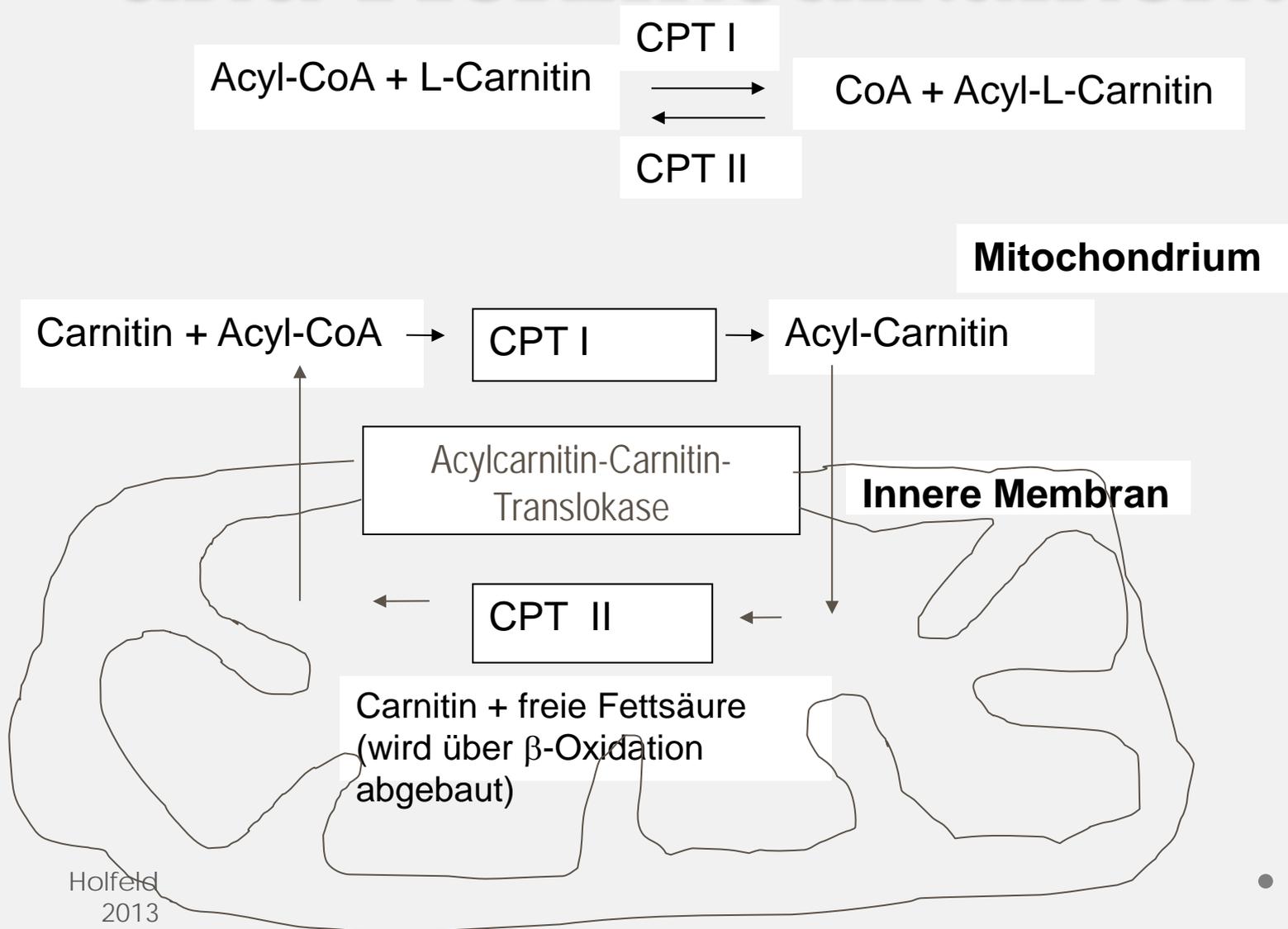




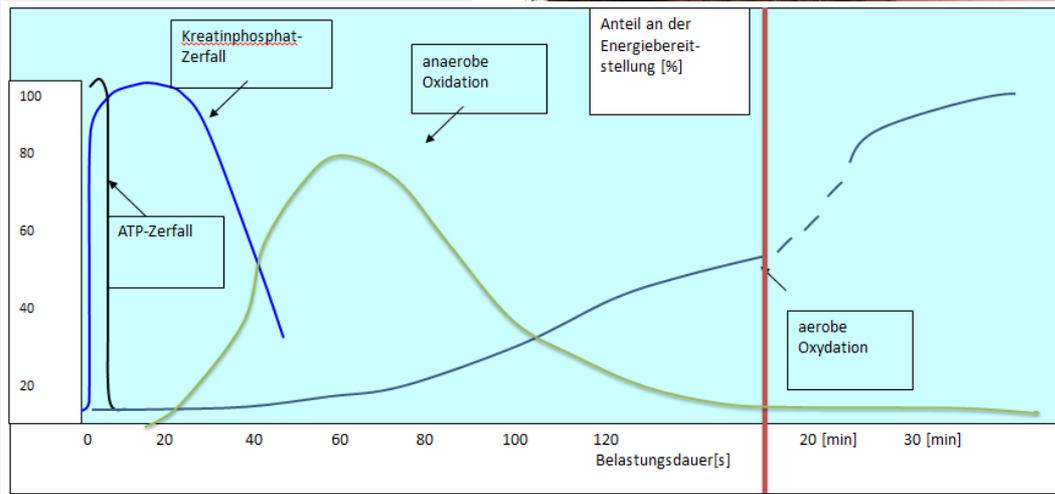
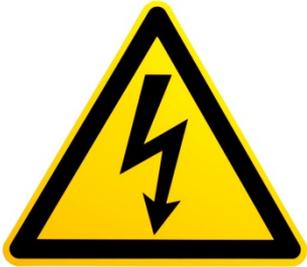
Fettverbrennung



Carnitin „Fat-Burner“ und Herzmedikament



Vielen Dank für ihre Aufmerksamkeit



Versuchsdurchführung zur Zuckeroxidation

- 10g Kaliumchlorat werden im Reagenzglas über dem Bunsenbrenner aufgeschmolzen. Danach gibt man ein kleines Bruchstück Würfelzucker hinzu. Das Zuckerstück verbrennt unter intensivem Aufglühen und tanzt auf der Salzschmelze bei deutlicher Geräusentwicklung.

Versuchsdurchführung zum Kreatin-Nachweis

Das Getränk wird zunächst durch Schütteln mit Aktivkohle und anschließendes Filtrieren entfärbt. 0,5g Filtrat werden mit 50ml demineralisiertem Wasser verdünnt. 3ml dieser verdünnten Lösung werden im Reagenzglas mit 0,5g Diacetyl-Lösung (0,5g Butan-2,3-dion in 1l demineralisiertem Wasser) und 1 ml alkalischer β -Naphthol-Lösung (1 g in 100 ml 3%iger Natronlauge) versetzt. Der Ansatz wird umgeschüttelt und dann 10 Minuten stehen gelassen. Während dieser Zeit laufen Kondensationsreaktionen ab, die zu einer rot gefärbten Verbindung führen.

Modellversuch zur respiratorischen Kompensation einer metabolischen Acidose

Geräte:

Magnetrührer, Rührfisch, 2 Bechergläser (250 ml), pH-Messgerät

Chemikalien:

Natriumhydrogencarbonat, Milchsäure ($w = 1\%$), Salzsäure ($c = 0,1\text{ mol/l}$; C, ätzend)

Durchführung:

2,5 g Natriumhydrogencarbonat werden in einem Becherglas in 100 ml Wasser gelöst. Der pH-Wert der Lösung wird mit einem pH-Meter ermittelt. (gemessener Wert: $\text{pH} = 8,2$).

Ein Modell-Blutpuffer (Hydrogencarbonat/Kohlensäure) wird hergestellt, in dem zu der magnetisch leicht gerührten Lösung 18 ml 0,1 mol/l Salzsäure und danach tropfenweise weitere Säure gegeben werden, bis der pH-Wert 7,4 beträgt.

Zur Modellierung einer metabolischen Acidose werden dieser Pufferlösung 10 ml Milchsäure zugesetzt, und der pH-Wert der Reaktionsmischung wird gemessen. (gemessener Wert: $\text{pH} = 7,2$).

Zu Modellierung der respiratorischen Kompensation der Acidose wird 1-2 Minuten kräftig gerührt, wobei Gasblasen (CO_2) ausgetrieben werden. Danach wird der pH-Wert erneut gemessen. (gemessener Wert: Nach 2,5 Minuten ist der pH-Wert auf 7,4 gestiegen. Bei längerem Umrühren steigt er bis auf 7,6.)



Versuchsdurchführung zur Blue Bottle mit Isostar

- 10g Isostar werden in 150ml Wasser gelöst. Zu der Isostarlösung wird eine Lösung von 10g NaOH in 150ml Wasser mit 1ml 1% Methylenblaulösung gegeben. Beide Lösungen werden in eine Flasche gefüllt, die verschlossen wird. Die Flasche wird ruhig stehen gelassen, bis sich die Lösung entfärbt hat. Nach Entfärbung der Lösung kann die Flasche geschüttelt werden. Nach dem Schütteln wird die Lösung blau. Nach dem Stehenlassen entfärbt sich die Lösung wieder.

Versuchsdurchführung zum Carnitinnachweis

- Eine „Fat-Burner“-Tablette wird im Mörser zerrieben. Der Rückstand wird mit 10ml verdünnter Schwefelsäure (10%) ausgewaschen. Die Lösung wird filtriert und anschließend mit 30ml Reineckesalzlösung versetzt. Es fällt ein rosa Niederschlag.
- In der Analytischen Chemie wird der Niederschlag abfiltriert, getrocknet und der Schmelzpunkt (beträgt zwischen 147° und 150°) bestimmt.

Zitrone, ein basenüberschüssiges Lebensmittel

Geräte, Material:

Zitrone, Porzellantiegel, Brenner, Dreifuß, Tondreieck, Tiegelzange, pH-Papier, Glasstab

Durchführung:

Soft und Fruchtfleisch von einer halben Zitrone werden in einem Porzellantiegel gegeben. Der pH-Wert wird gemessen. Anschließend wird der Porzellantiegel im Tondreieck mit dem Bunsenbrenner erhitzt und der Inhalt bis zur Trockne eingedampft. Der trockene Rückstand wird noch ca. 5 Minuten erhitzt und nach dem Abkühlen mit wenig Wasser gelöst. Eine pH-Messung dieser Lösung wird durchgeführt.

Beobachtung:

Der pH-Wert des Zitronensafts beträgt 2. Nach Lösen des eingedampften Rückstandes beträgt der pH-Wert 11.

