

C111a

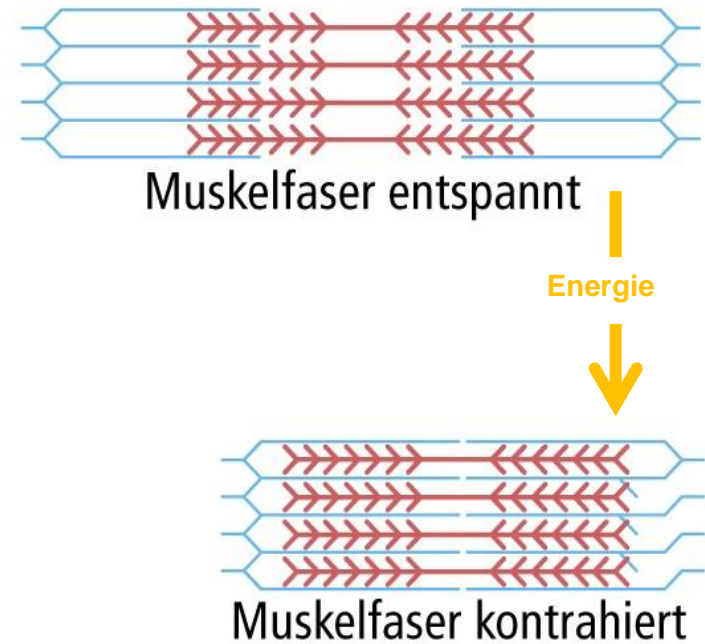
Energiebereitstellung

J+S Broschüre Physis: Theoretische Grundlagen

- Kapitel Voraussetzungen für Leistungen im Sport
→ Körperliche Grundlagen
- Kapitel Konditionelle Substanz → Ausdauer

J+S-Lehrmittel Physis – Praktische Beispiele

- Ausdauer



Grafik: HEGNER 2006





Ziele der Präsentation

Die TN ...

- kennen die Begriffe **anaerobe und aerobe Energiebereitstellung** sowie **aerobe und anaerobe Schwelle** und können den Unterschied erklären
- kennen die unterschiedlichen **Energiequellen (Kreatinphosphat, Kohlenhydrate und Fette)** und wissen von den unterschiedlichen Kapazitäten und Flussraten
- kennen den Zusammenhang zwischen **Kapazitäten** und **Flussraten** der Energiesysteme mit Umfang und Intensität der Bewegung
- wissen unter welchen Bedingungen **Laktat** als Endprodukt anfällt

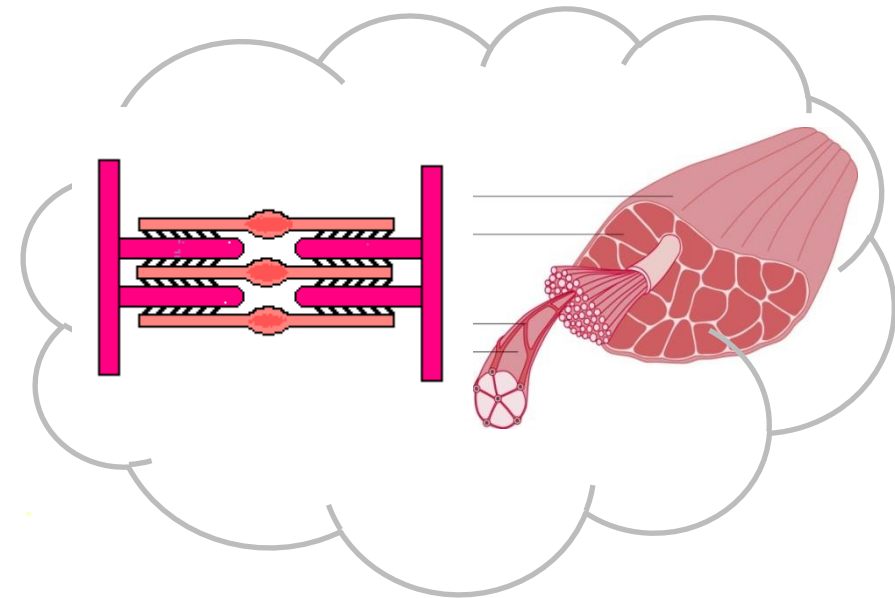
Mittel- und Langstrecken:

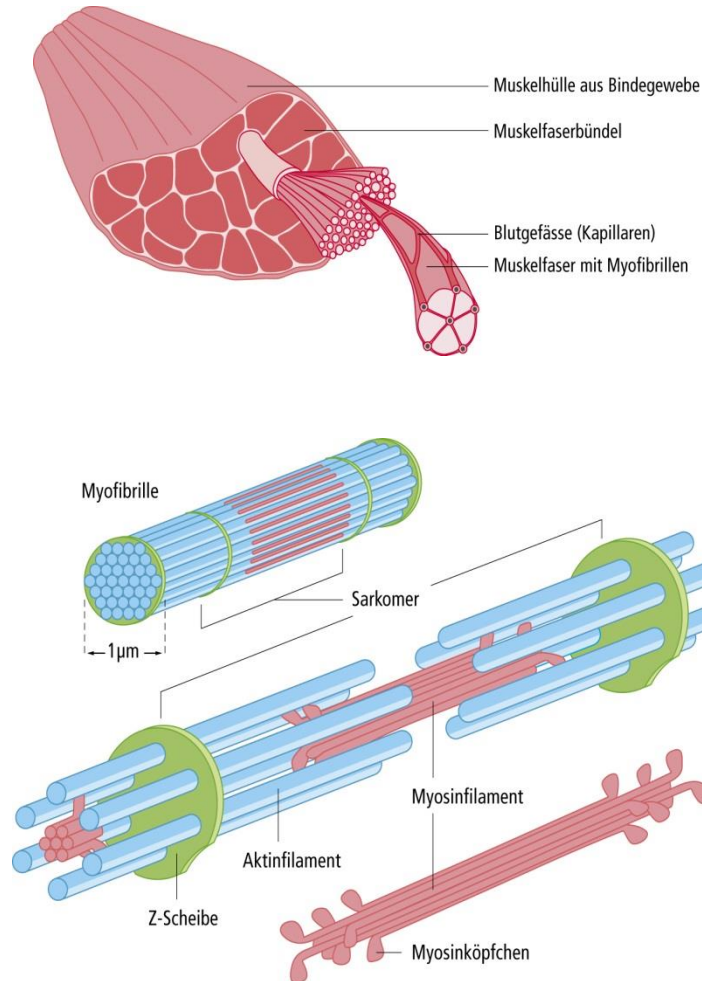
- kennen die Begriffe **aerobe Leistungsfähigkeit** und **maximale Sauerstoffaufnahme „VO₂max“**



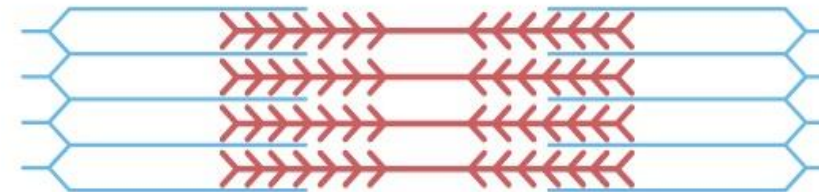
Inhaltsverzeichnis

1. Muskelkontraktion durch Energie
2. Aerobe und Anaerobe Energiebereitstellung
3. Flussraten und Kapazitäten
4. Laktat
5. Energiebereitstellung in verschiedenen Disziplinen
6. Anaerobe und Aerobe Schwelle



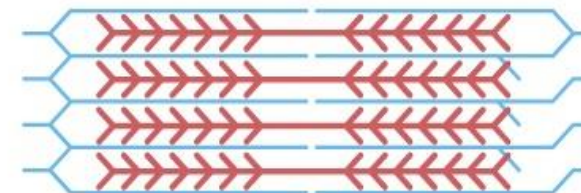


Sarkomer



Muskelfaser entspannt

Energie



Muskelfaser kontrahiert

Grafik: HEGNER 2006



Muskelkontraktion



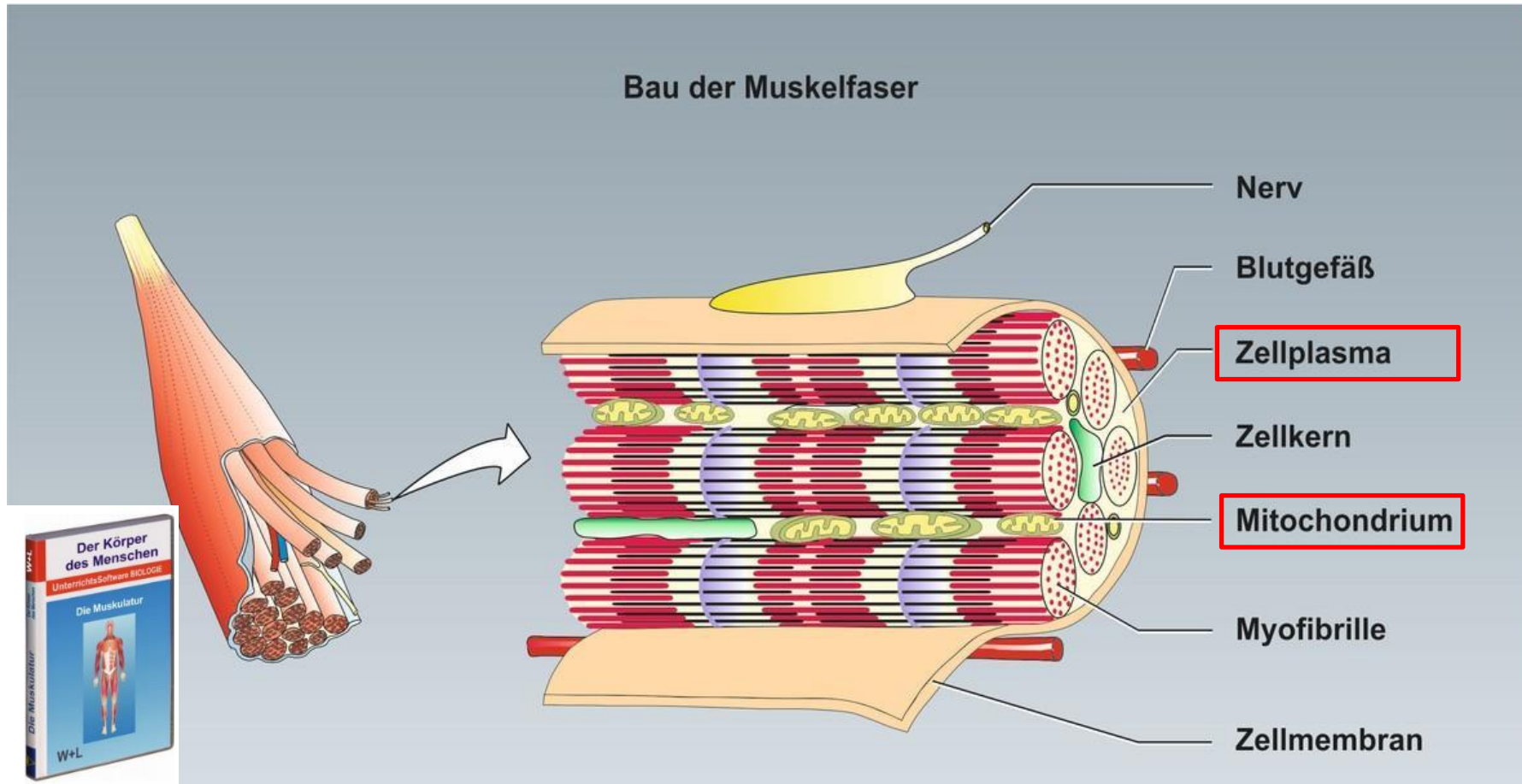


Aerobe und Anaerobe Energiebereitstellung

- Die Energie für die Muskelkontraktion wird aus **Kohlenhydraten, Fetten und Eiweissen produziert**, die mit der Nahrung aufgenommen werden.
- Die Energie kann **mithilfe von Sauerstoff (=aerob)** oder **ohne Sauerstoff (=anerob)** gewonnen werden.
- Die anaeroben Prozesse finden in der Grundstruktur der Zelle dem **Zytoplasma** statt während der aeroben Prozesse grösstenteils in speziellen Strukturen der Zelle, in den **Mitochondrien** (Kraftwerke der Muskelzelle) stattfinden.
- Es läuft nie nur der anaerobe oder nur der aerobe Energiegewinnungsprozess. Sie laufen immer gemeinsam!
- Die anaeroben Stoffwechselprozesse sind schneller als die aeroben. D.h sie liefern schnell viel Energie, die allerdings nur eine kurze Zeit reicht.

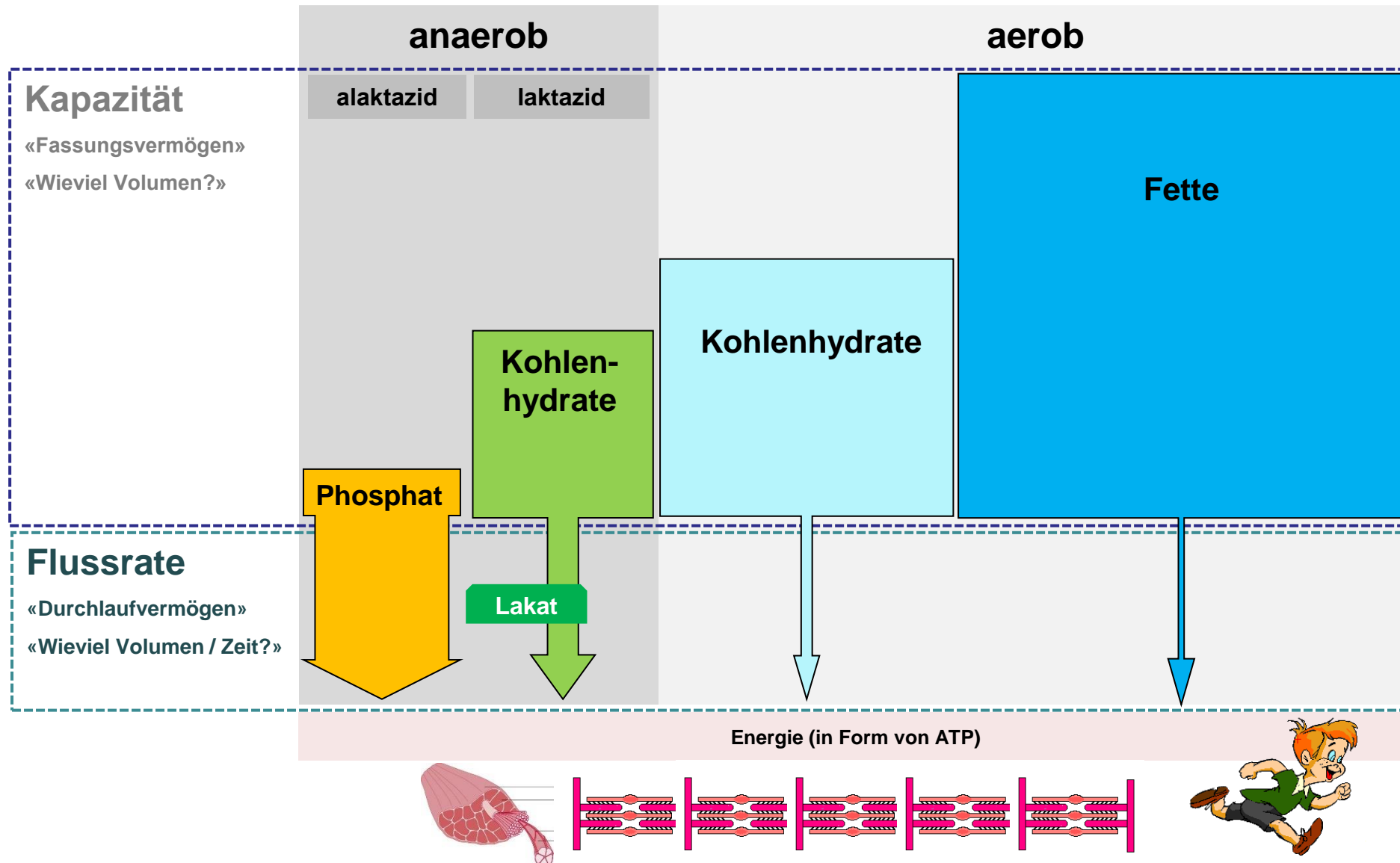


Wo finden die Energiegewinnung statt?





Flussraten und Kapazität





Flussrate und Kapazität

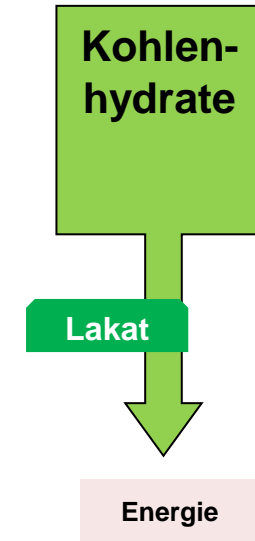
- Die **Intensität** (d.h. die benötigte Flussrate) bestimmt die Wahl der Stoffwechselsysteme.
- Die **Dauer**, während der die Intensität durchgehalten werden kann, ergibt sich aus der **Kapazität der Systeme**.
- Kapazität und Flussrate bestimmen die **Leistungsfähigkeit** eines Stoffwechselsystems.





Laktat (Milchsäuresalz)

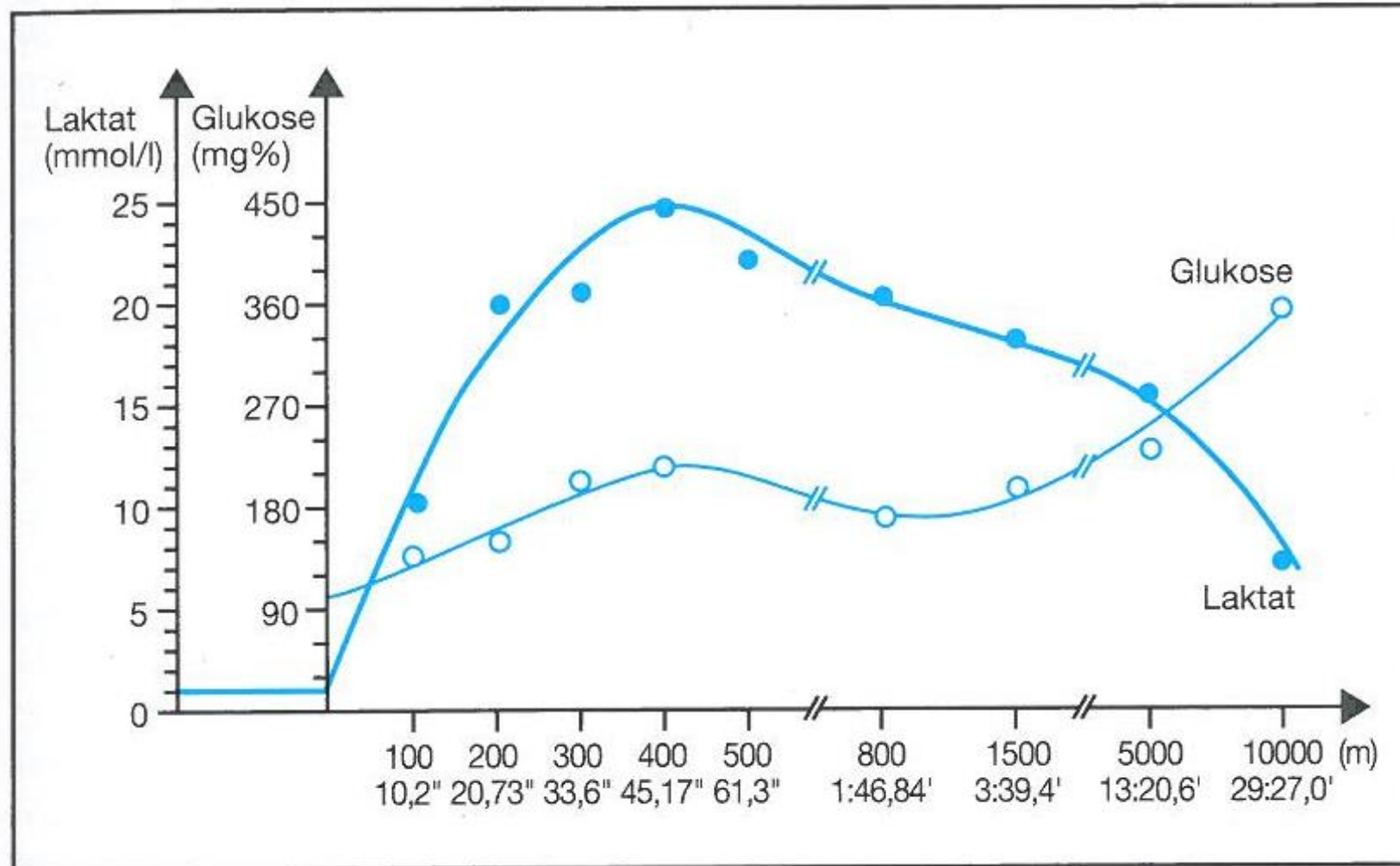
- ... ist **basisch**
- ... entsteht bei **Abbau von Kohlenhydraten** (Glucose) ohne Einbezug von Sauerstoff als Teil der «Milchsäure (Laktat + H⁺)».
- ...-konzentration im Blut steigt während des anaeroben Stoffwechsels an.
- ... kann zum Abbau in die Muskulatur und in andere Organe transportiert werden, wo es **unter Verwendung von Sauerstoff weiter verwertet** werden kann.



Je intensiver ein Muskel arbeitet, umso höher ist der benötigte Energiebedarf und desto mehr Laktat wird im Muskel gebildet.



Laktat – Laktatspiegel im Blut nach Wettkämpfen



Grafik: Zintl & Eisenhut, 2009, S. 37

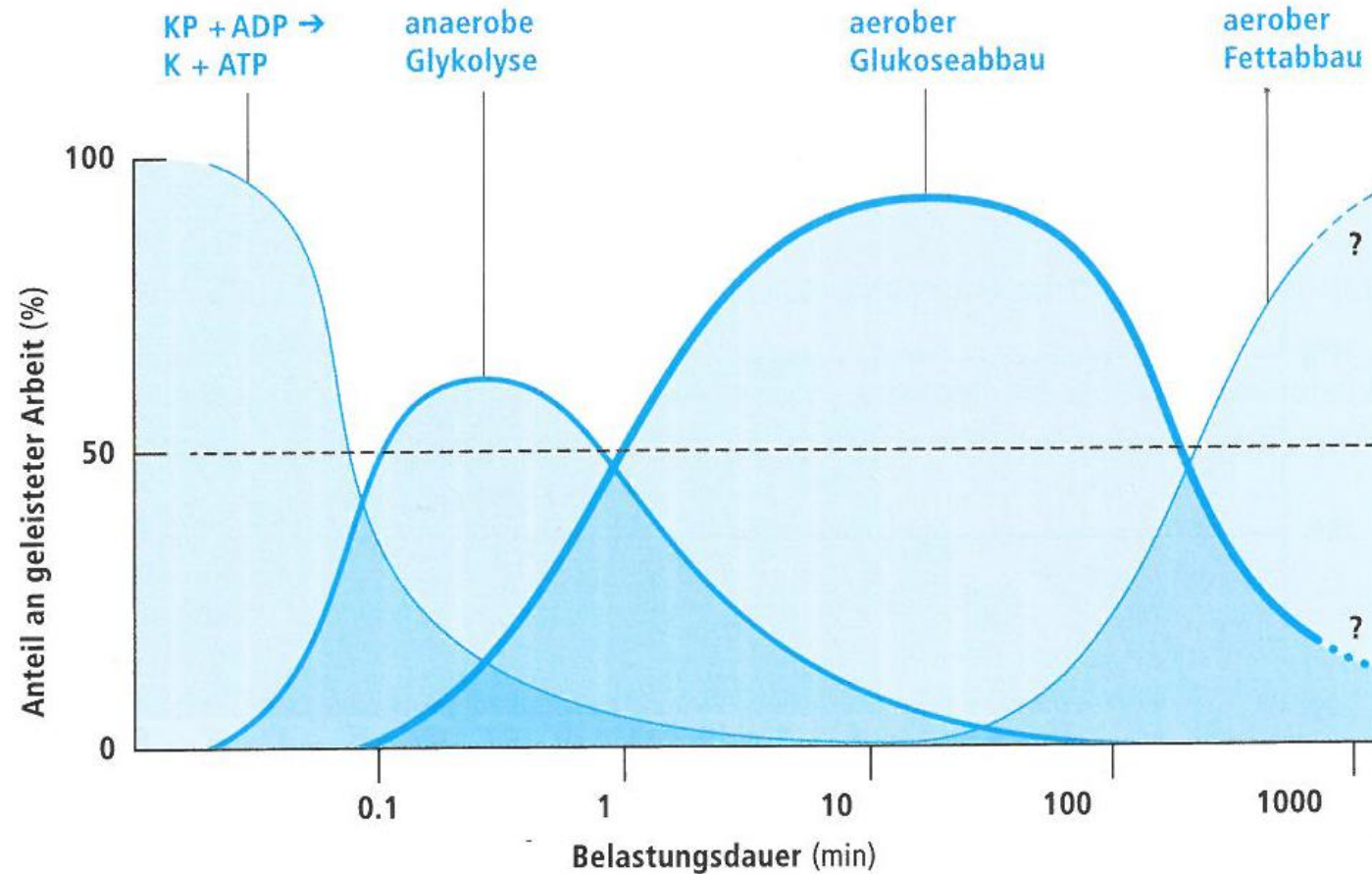
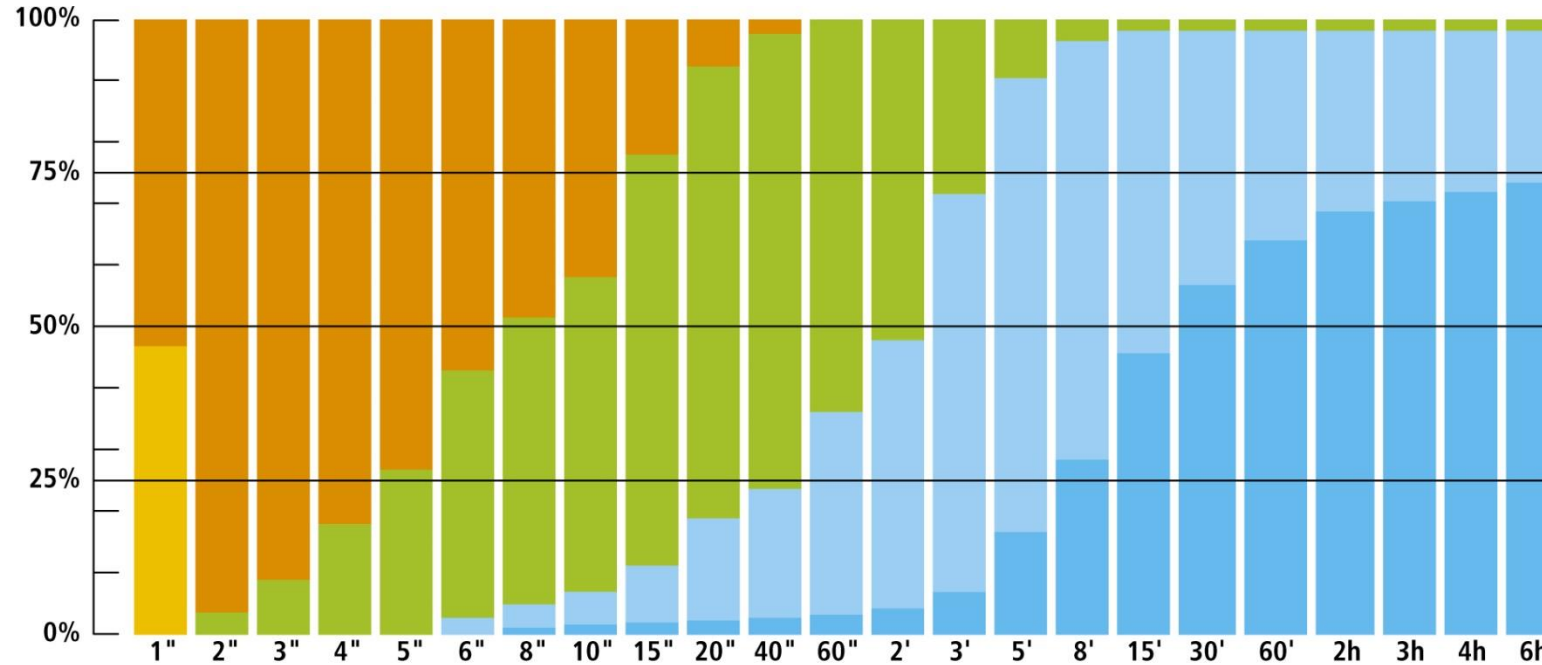


Abbildung 43: ATP bildende Systeme in der Muskelfaser: Kreatinphosphat, Glukose und Fett

J+S-Lehrmittel Physis S. 7 oder Hegner, J. (2006). Training fundiert erklärt: Handbuch der Trainingslehre (S. 84). Herzogenbuchsee: Ingold/BASPO.

«Je länger eine Belastung dauert, desto mehr muss die Intensität (Leistung) reduziert werden»



Grafik: HEGNER 2006

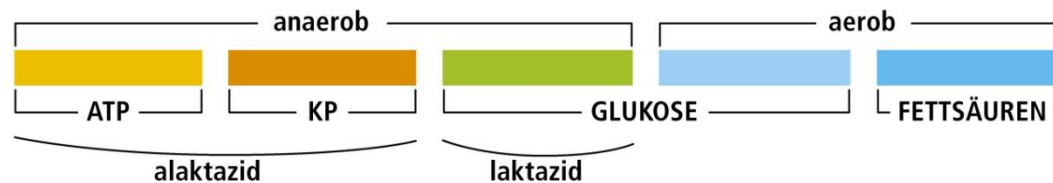


Abbildung 42: Substratselektion für die ATP Resynthese (Hegner 2006)

Energiebereitstellung 100m / 800m / Marathon

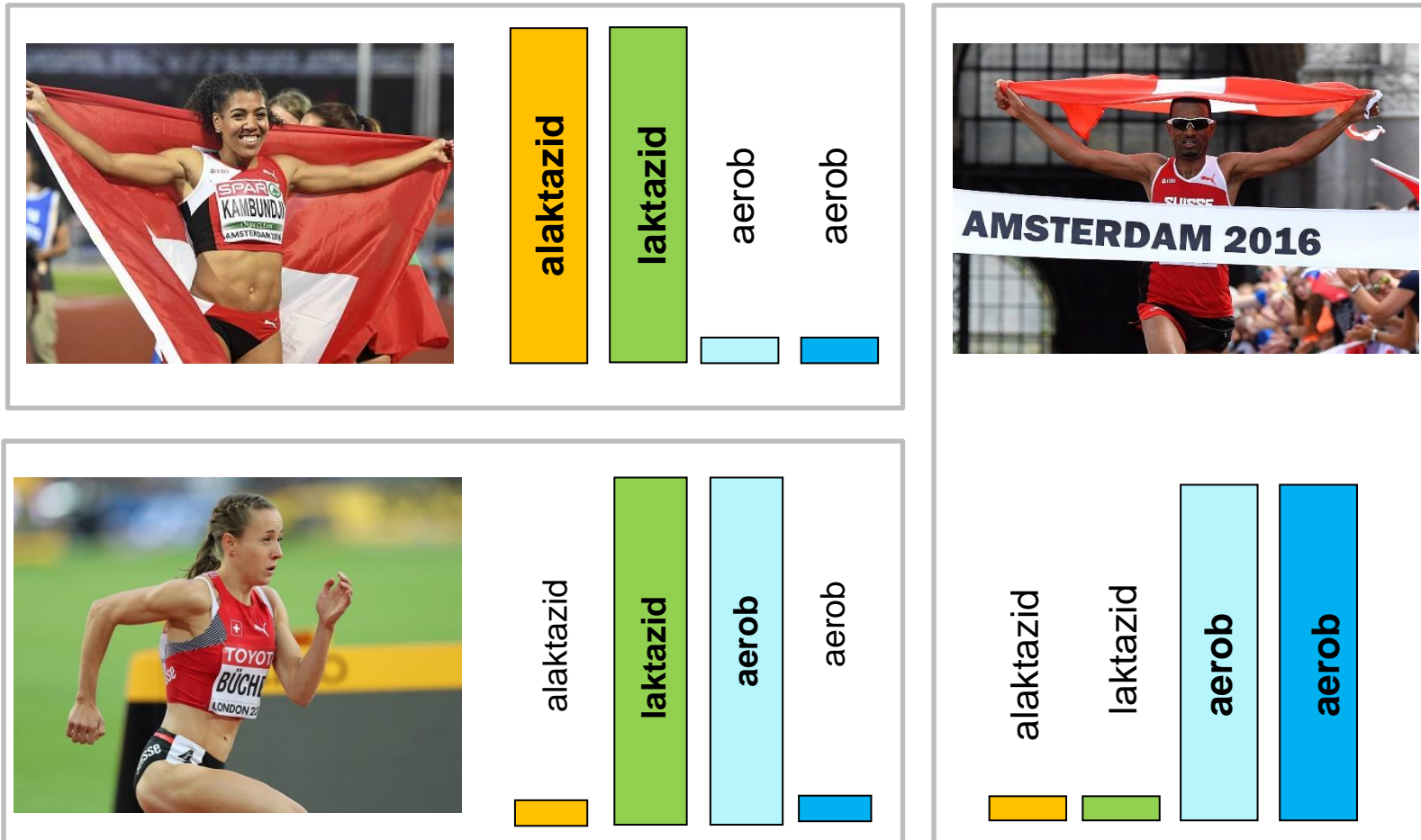


Abb. Symbolische Veranschaulichung der überwiegenden Energiebereitstellungsprozesse in den Disziplinen ohne Berücksichtigung des absoluten oder prozentualen Verhältnisses.



Energiebereitstellung

Bereiche/ Kriterien	10 – 30 Sekunden	30 – 180 Sekunden	3 – 15 Minuten	15 – 60 Minuten	1 – 3 Stunden	Über 3 Stunden
Indiv. HF/min	150 – 180	180 – 210	170 – 200	160 – 190	150 – 180	140 – 170
Indiv. Laktat (mmol/l)	4 – 12	12 – 24	8 – 18	4 – 12	2 – 6	2 – 4
Alaktazid (%)	40 – 60	10 – 30	0 – 10			
Laktazid (%)	30 – 40	50 – 60	30 – 40	20 – 30	0 – 10	0 – 5
Aerob (%) (Glykogen)	10 – 20	20 – 30	50 – 60	40 – 60	30 – 50	20 – 40
Aerob (%) (Fett)			0 – 10	20 – 30	50 – 60	60 – 75

Tabelle 4: Herzfrequenz, Laktat und Energiebereitstellung in Abhängigkeit der Arbeitszeiten im Ausdauerbereich bei Wettkampfgeschwindigkeit (nach Neumann, Zintl, Kunz)

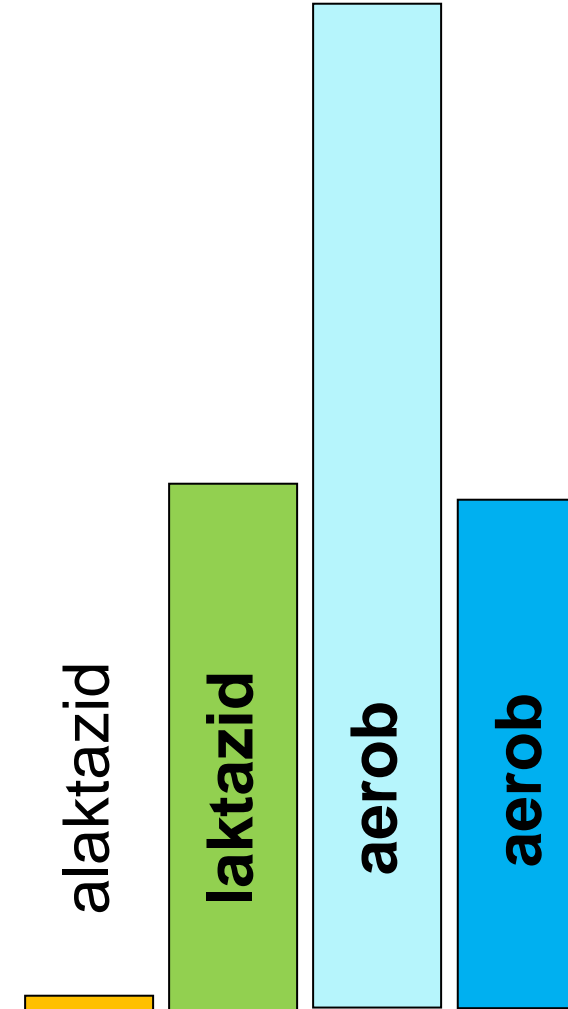
Quelle: Rahmentrainingsplan Mittel-/Langstrecken Swiss Athletics, S. 9



Energiebereitstellung an der Anaeroben Schwelle

Ca. 30 Minuten maximaler Einsatz (Ausnahme - 60')

Laktatproduktion und Laktatelimination im Gleichgewicht.





Anaerobe Schwelle

Belastungszustand, bei welchem der Energiebedarf durch aerobe und anaerobe Stoffwechselprozesse gedeckt wird.

Das anfallende Laktat wird durch die (weniger belasteten) Muskelfasern, den Herzmuskel und die Leber grösstenteils eliminiert.

An der anaeroben Schwelle wird das maximale Laktat-Steadystate (MAXLASS) erreicht, die maximale Laktat-Eliminationsrate wird vollkommen ausgeschöpft.

Definition J+S

Laktatproduktion und
Laktatelimination im
Gleichgewicht.



Aerobe Schwelle

Belastungszustand, bei welchem der Energiebedarf «volumfänglich» (resp. weitgehend) durch aerobe Stoffwechselprozesse gedeckt wird.

Im Rahmen eines Laktatstufentests steigen an der aeroben Schwelle die Blutlaktatkonzentration und das Sauerstoffäquivalent erstmals leicht an.

Die aerobe Schwelle wird bei ca. 70 bis 80 % der maximalen Herzfrequenz, einem Borgwert zwischen 11 und 13 und einem Blut-Laktat-Spiegel von etwa bei 2 mmol/l erreicht.

Definition Trainerbildung Schweiz



Warum ist die anaerobe Schwelle von Bedeutung?

- Die Trainingsintensität im Laufbereich wird an der individuellen Geschwindigkeit oder Herzfrequenz an der anaeroben Schwelle ausgerichtet (V_{ans} oder HF_{Ans})
- Durch gezieltes Training verschiebt sich diese individuelle anaerobe Schwelle und der Athlet kann bei **höherer Geschwindigkeit** im **Laktat-Steady-State** laufen. D.h er kann eine höhere Geschwindigkeit länger aufrecht erhalten.
- Anaerobes Training im Laufbereich macht am meisten Sinn in der Wettkampfgeschwindigkeit (V_{WK})

