



*Magglingen / Macolin*

**Modul Leistungsdiagnostik, 7.- 9.8.2023**

**Modul diagnostic de la performance, 7 - 9 août 2023**



Labordiagnostik 3:

# LAKTATSTUFENTEST

# Inhalt

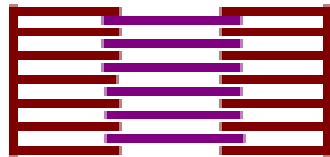
## Teil 1: Grundlagen verstehen

- Energiebereitstellung, Laktatproduktion, anaerobe Schwelle
- Praktische Übung (Laktatmessungen) mit Diskussion

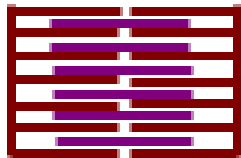
## Teil 2: Der Laktatstufentest

- Durchführung
- Auswertung, Interpretation
- Trainingssteuerung

Muskel entspannt

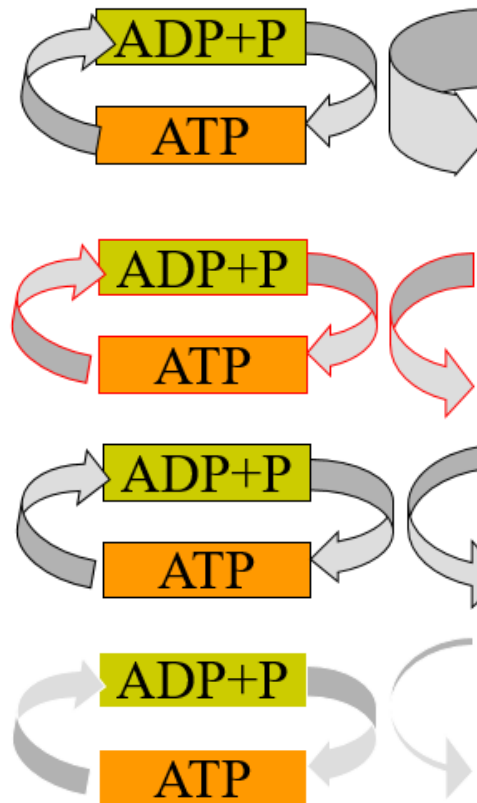


Energie - ATP

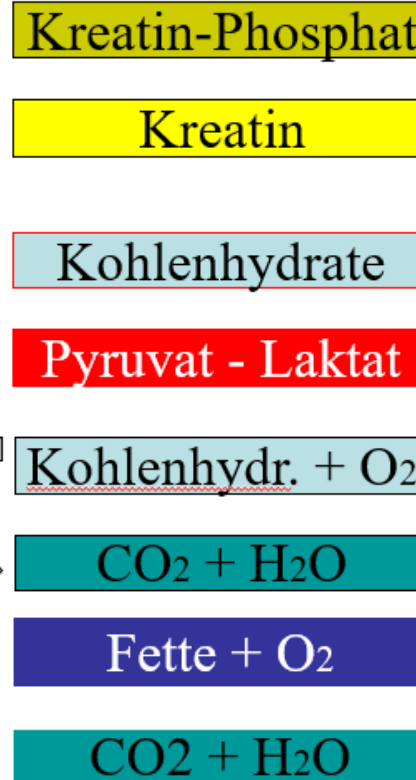


Muskel kontrahiert

Der ATP – «Akku»



Möglichkeiten  
der Aufladung



Grund der Erschöpfung  
bei voller Aktivierung

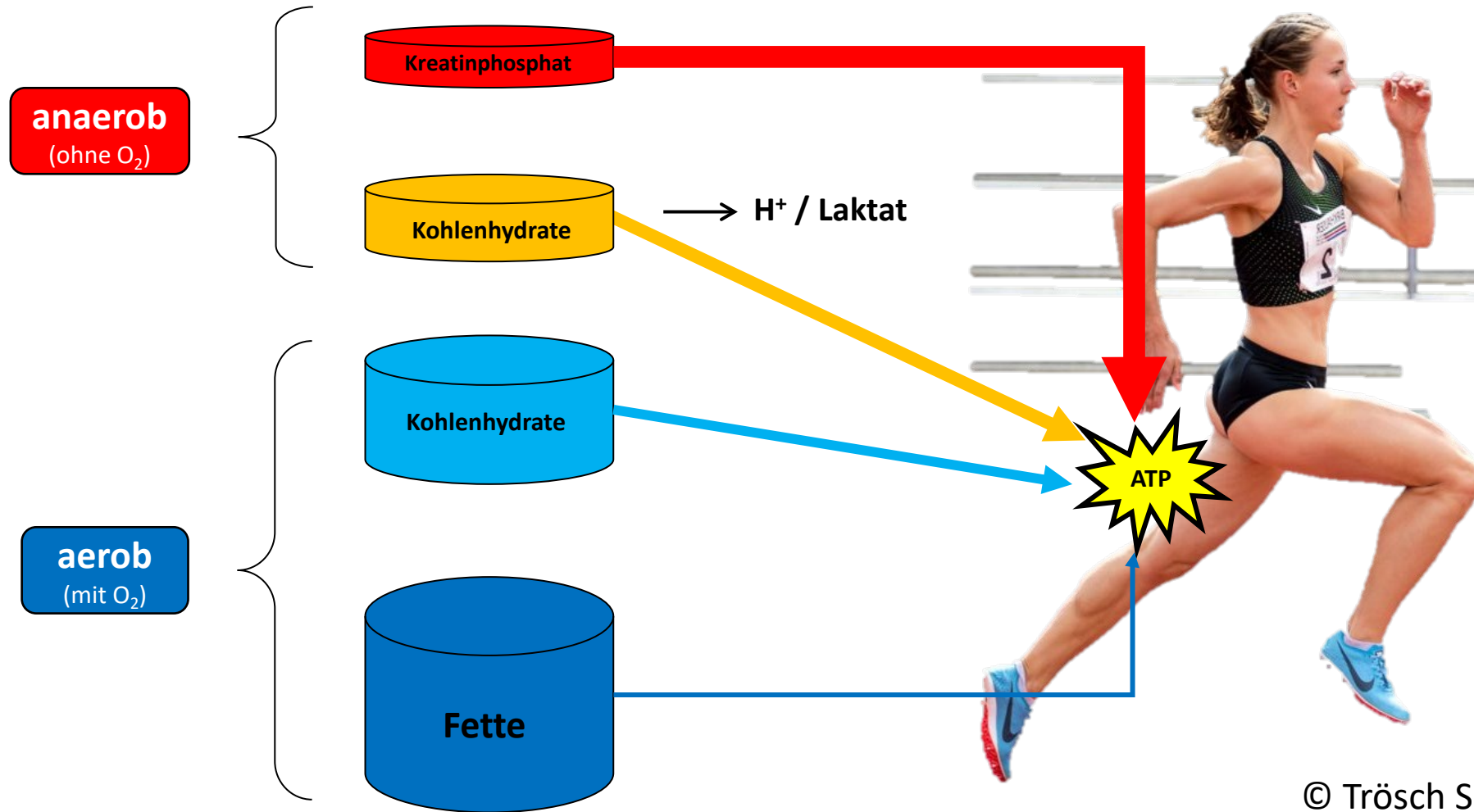
Substratschöpfung  
nach ca. 7 - 10 sec

Acidose  
Zellvergiftung  
nach 40-90 sec

Substratschöpfung  
nach 60 - 90 min

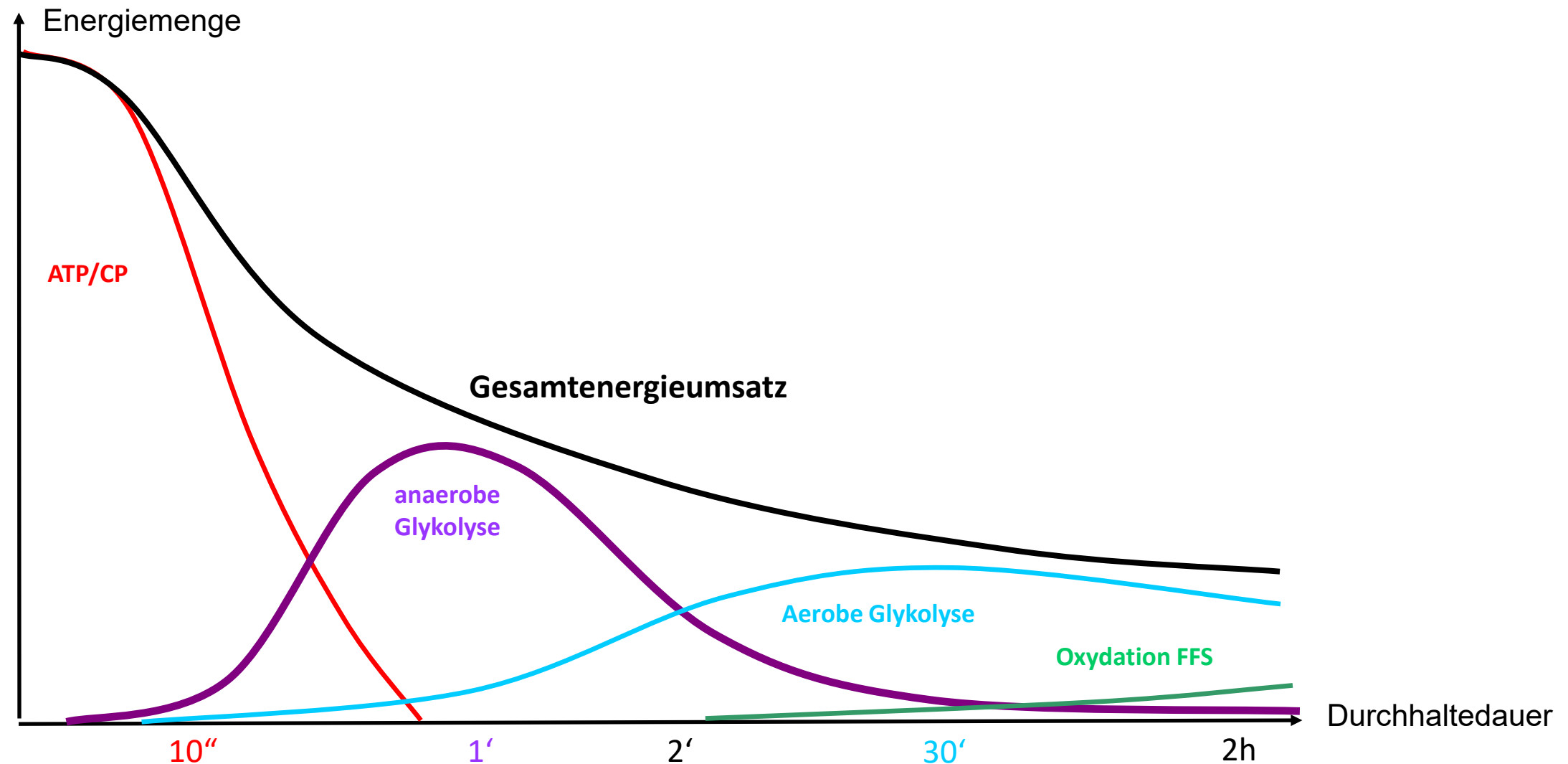
Praktisch  
unbegrenzt

# Teil 1: Grundlagen verstehen **Energiebereitstellung**

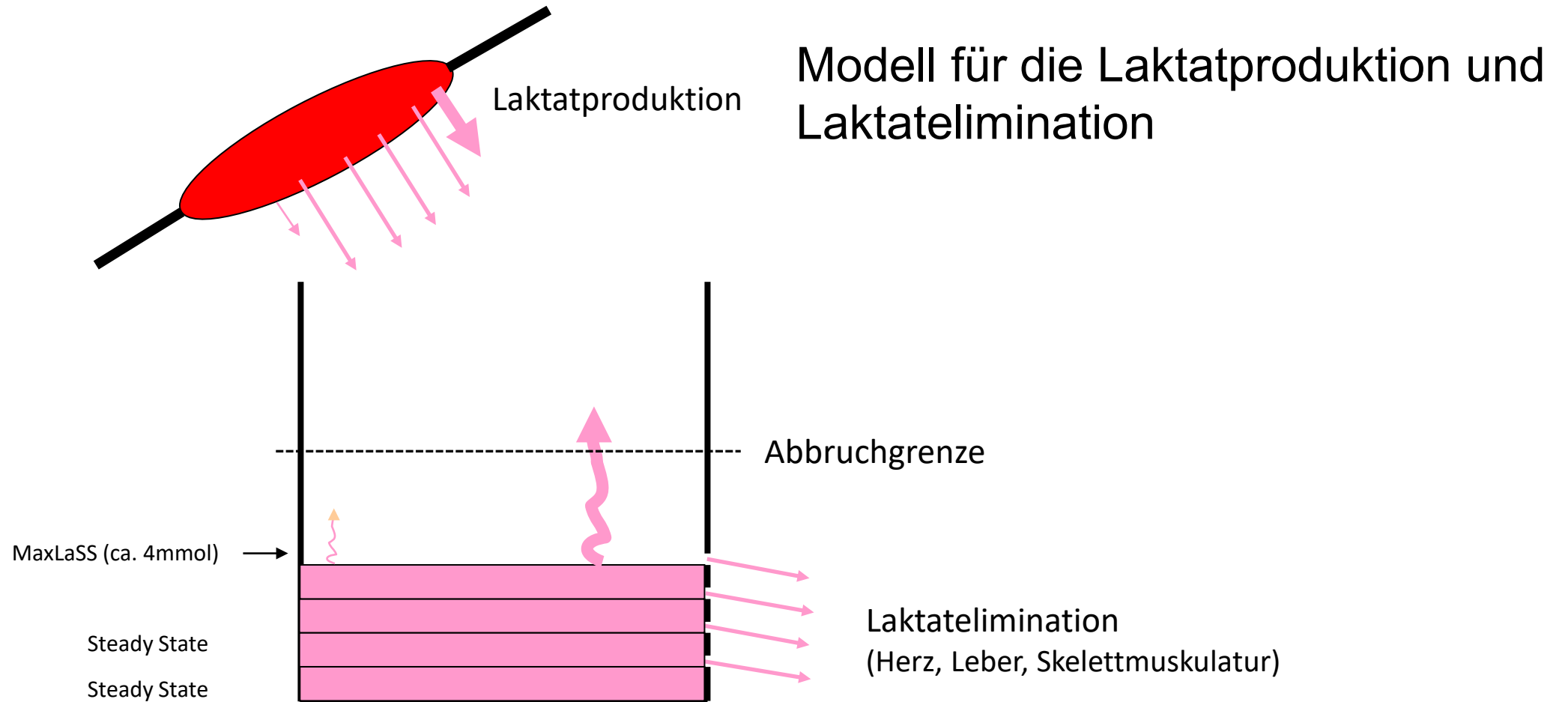


© Trösch Severin, Heyer Louis

# Teil 1: Grundlagen verstehen **Energiebereitstellung**

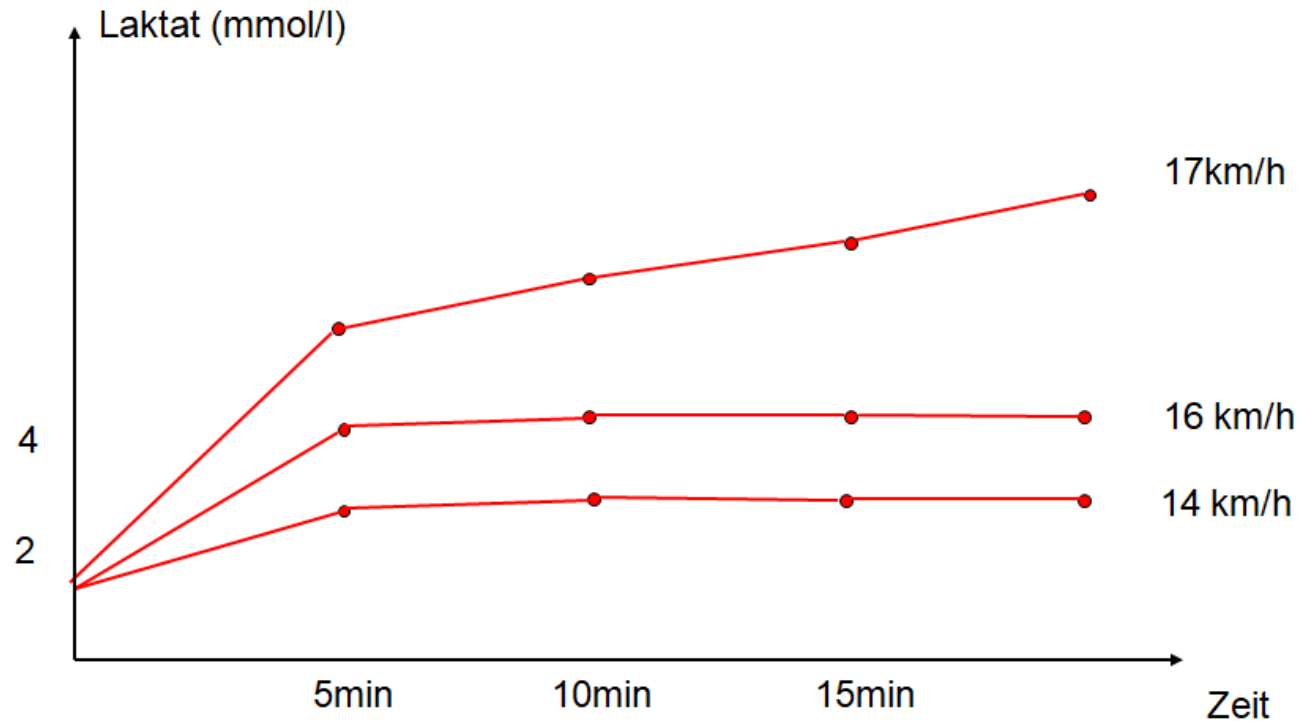


## Teil 1: Grundlagen verstehen **Laktatproduktion und -Elimination**



### **Die anaerobe Schwelle ...**

... ist die höchste Leistung, bei welcher die Laktatkonzentration gerade noch konstant gehalten werden kann (= maximales Laktat-Steady-State).



Die anaerobe Schwelle ist der wichtigste Indikator für die aerobe Ausdauerleistungs-Fähigkeit.  
Je höher die anaerobe Schwelle, desto besser die Leistung in den (Mittel- und) Langstreckenläufen.

# Praktischer Teil: Laktat messen

## Übung zur Laktatdiagnostik

**ACHTUNG:** Ihr habt pro Team (5 Personen) Zeit für zwei bis drei Messungen

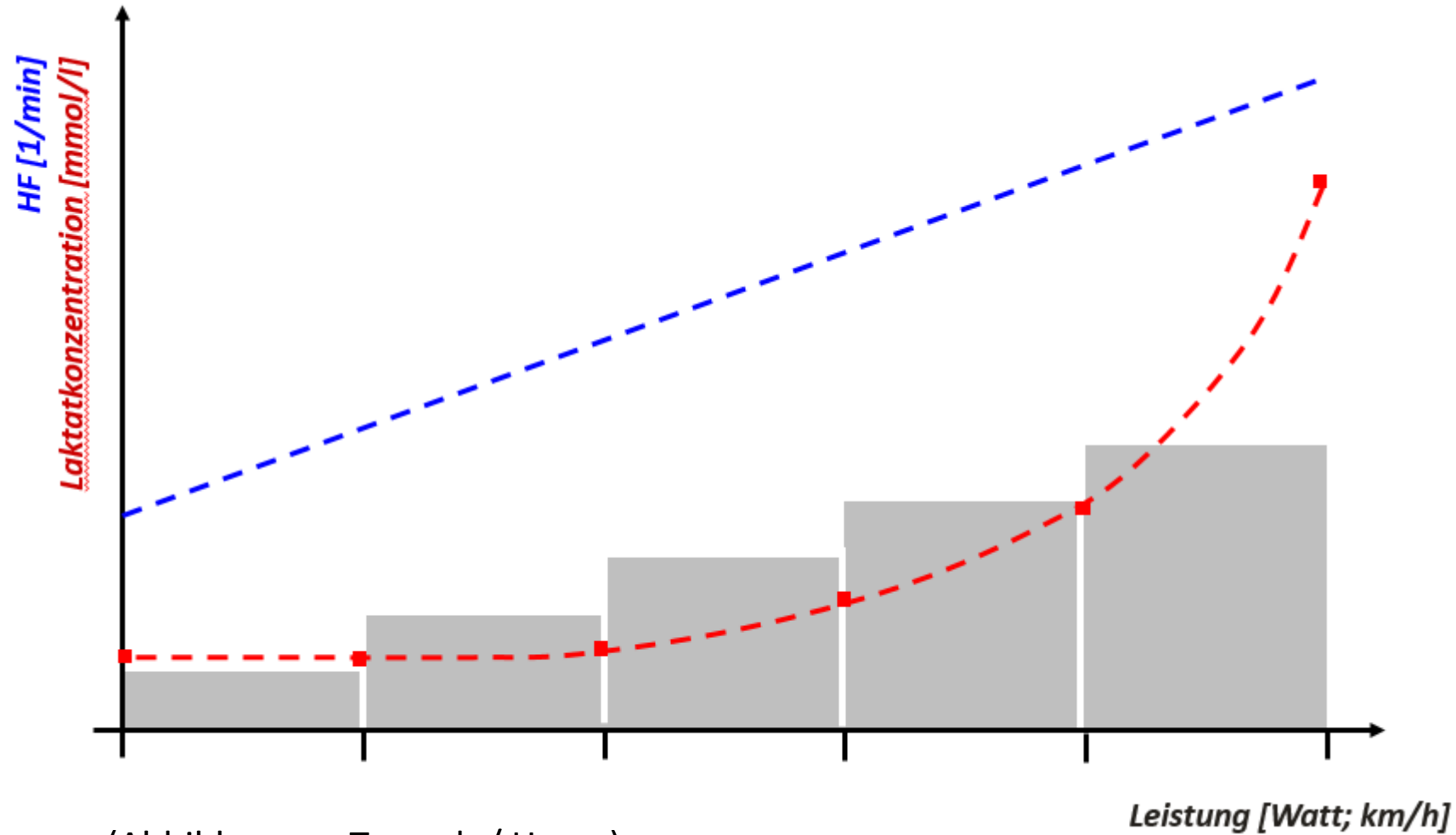
### Gwunderfizz - Differenzler

1-2 Personen aus der Gruppe absolvieren irgendeine sportliche Übung, von der ihr gerne wissen möchtet, wieviel Laktat dabei produziert wird. Gebt nach dem Durchführen der Übung (vor der Messung) eine Prognose für den Laktatwert ab. Diskutiert das Resultat!

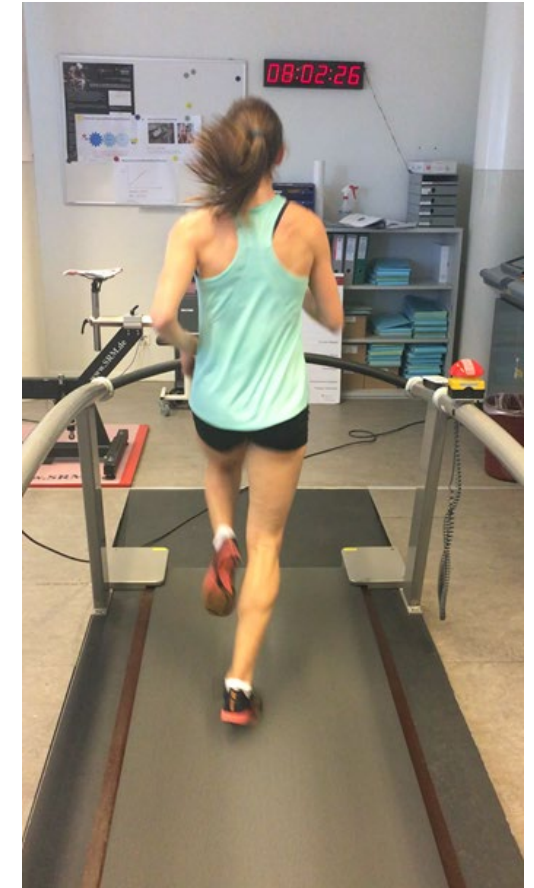
Übung 1	Übungsbeschrieb	Prognose	Laktatwert	Diskussion



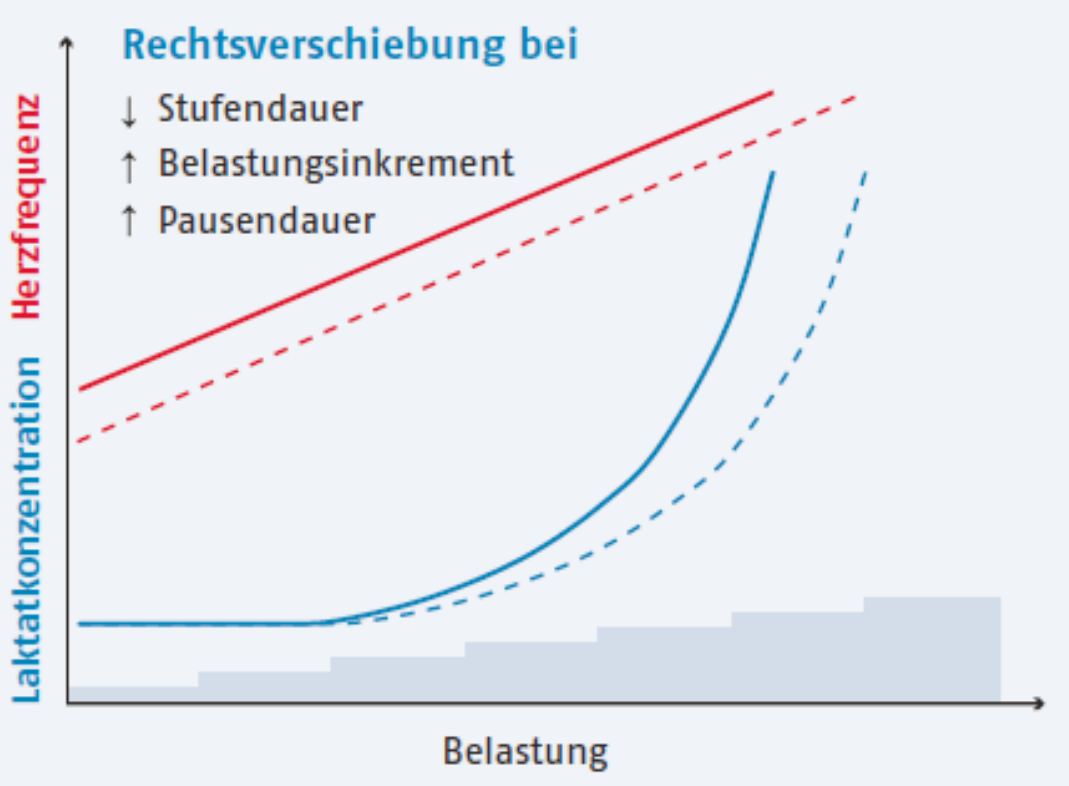
## Teil 2: Der Laktatstufentest



(Abbildungen: Troesch / Heyer)



Durchführung: Belastungsparameter



Swiss Olympic: Manual Leistungsdiagnostik. S. 26

**Protokol Swiss Athletics**  
(Trösch, Heyer)

Empfohlene Standardprotokolle für einen Laktatstufentest

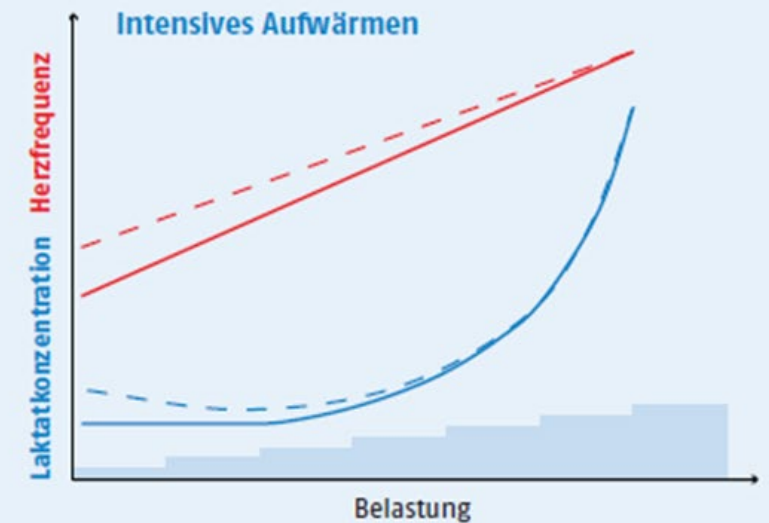
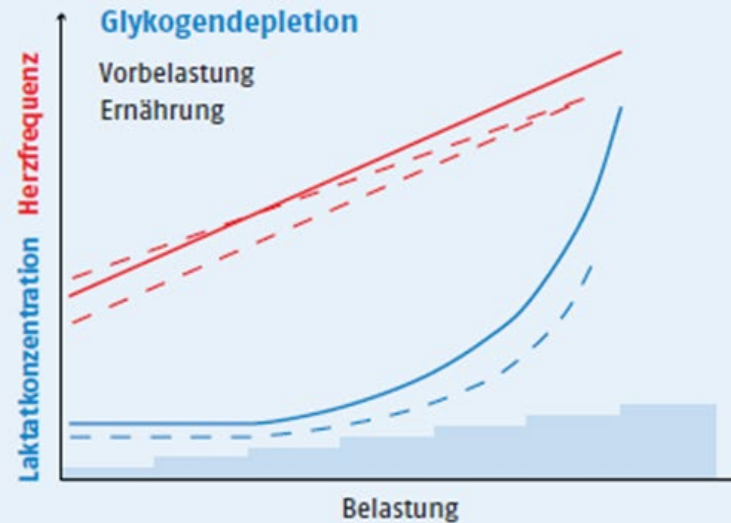
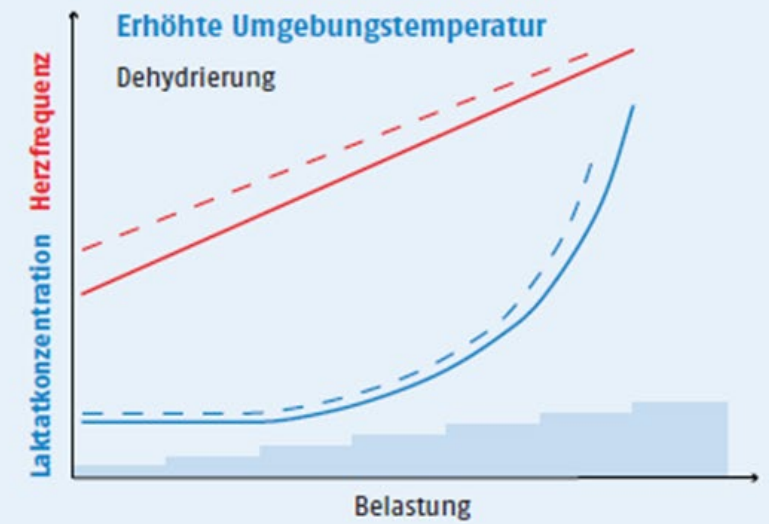
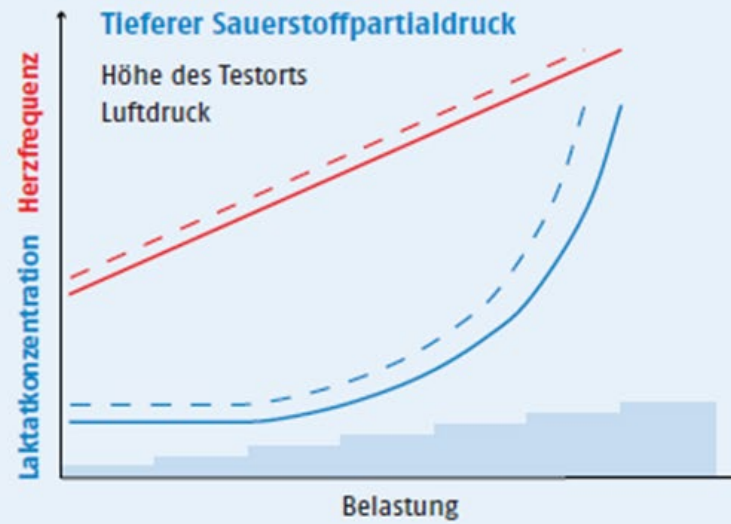
	Stufentest Lauf	Stufentest Rad
Stufendauer	3 min	3 min
Pause	30 s	0 s
Inkrement	1.2 km / h	30 W
Anfangsbelastung	Elite Damen: 9 km / h Elite Herren: 11.4 km / h Hobby Damen: 5.4 km / h Hobby Herren: 7.8 km / h	Elite Damen: 100–130 W Elite Herren: 130–190 W Hobby Damen: 40–100 W Hobby Herren: 70–130 W
Abbruchkriterium	Wegspringen «Stopp» rufen	Aufhören zu treten Klarer Abfall in der Trittfrequenz
Weiteres	Steigung Laufband 1% (siehe 2.2.3 Laufband)	Kadenz frei wählbar (sinnvoll: 80 bis 100 U / min)

Swiss Olympic: Manual Leistungsdiagnostik. S. 27

Start : 9kmh / 10.2kmh  
Inkrement : 1.2kmh  
Pause : 15 Sek  
Keine Steigung (? Anm R. Schütz)

## Teil 2: Der Laktatstufentest

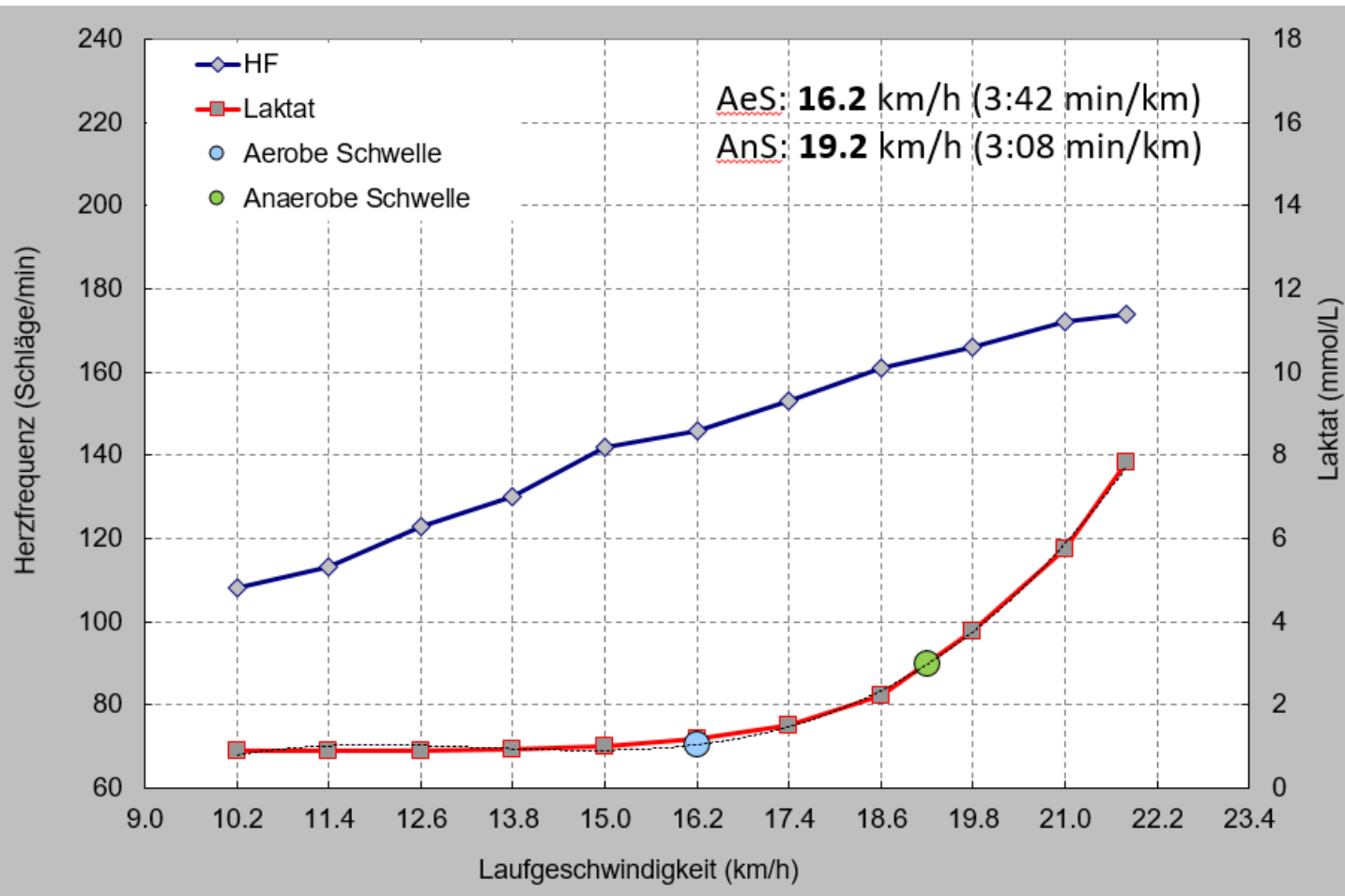
### Durchführung: Einflussfaktoren



— Ausgangslage

- - - Jeweilliger Fall

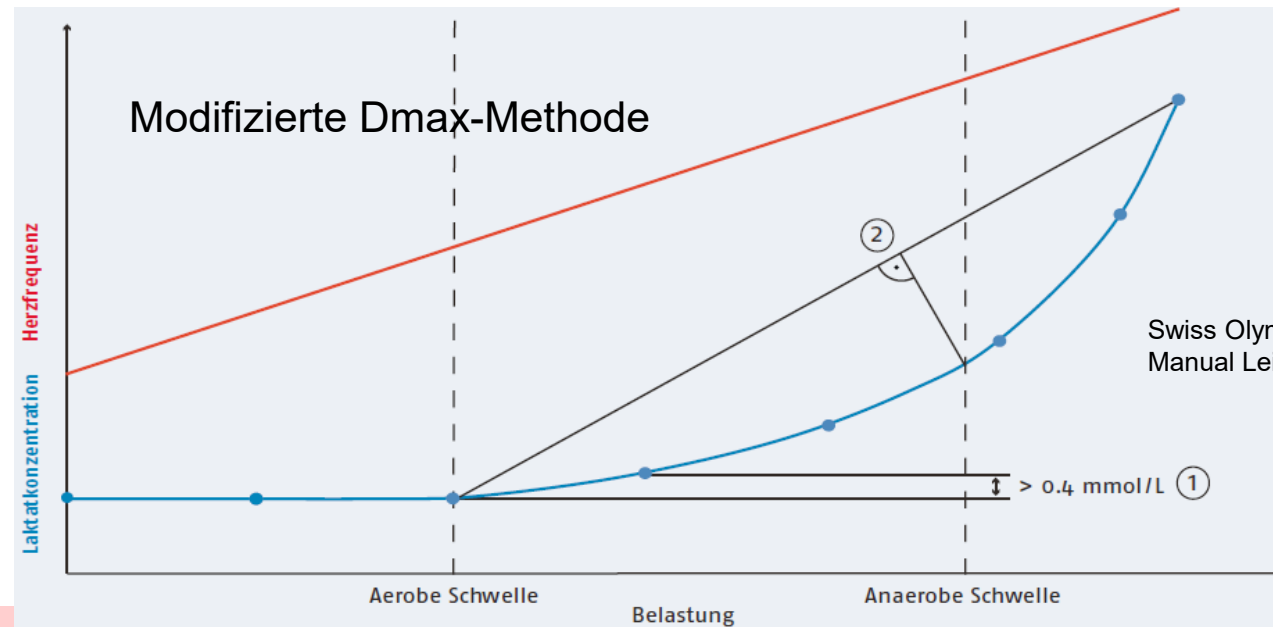
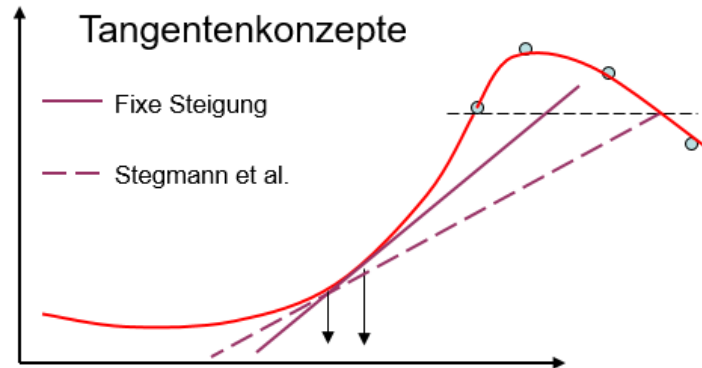
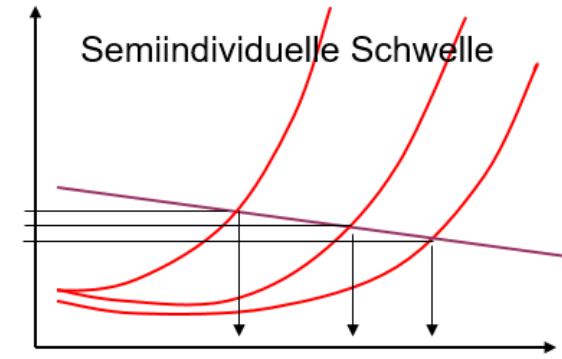
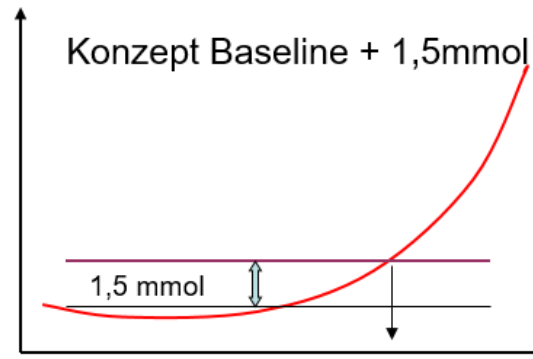
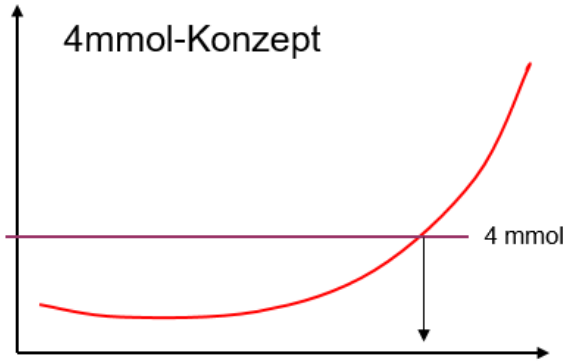
## Auswertung: Bestimmen der anaeroben Schwelle



© Trösch, Heyer

## Teil 2: Der Laktatstufentest

### Auswertung: Bestimmen der anaeroben Schwelle - Schwellenmodelle



# Laktatstufentest Lauf

18.11.2019

Person		Testbedingungen			
Geburtsdatum:	30.03.1996	Testzeit:	14.00 Uhr	Test durchgeführt von:	kke
Grösse:	180.6 cm	Temperatur:	18.1 °C	Testbedingungen:	optimal
Gewicht:	65.3 kg	Rel. Luftfeuchtigkeit:	52.7 %	Ausbelastung:	maximal
Disziplin:	Mittelstrecken	Laktatanalyse:	Biosen C_line, Ohr	LST: 3 min Stufen, 15 s Pause,	
Kader:		Laufbandtyp:	HP Cosmos Saturn	1.2 km/h Inkrement, flach;	
				VO2max: 2.5 min @ v <sub>max</sub> LST.	

Vorbedingungen		Gesundheit (letzte 14 Tage):	
Ernährung:	normal	Medikamente / letzte Einnahme:	keine
Genussmittel:	keine	Supplemente / letzte Einnahme:	keine
Nüchtern (4 h):	ja	Befindlichkeit / Motivation (1-10):	8 / 8
Vorbelastung (48 h):	normal	Vorbelastungslaktat:	0.9 mmol/L
Zeitpunkt:	Aufbau		

Rohdaten					
Stufe	v (km/h)	min/km (min:s)	Laktat (mmol/L)	HF (1/min)	Borg
1	11.4	05:16	0.7	127	6
2	12.6	04:46	0.6	137	7
3	13.8	04:21	0.8	145	9
4	15.0	04:00	0.9	152	11
5	16.2	03:42	1.2	162	12
6	17.4	03:27	1.7	165	14
7	18.6	03:14	2.5	174	15
8	19.8	03:02	4.7	179	18
9	21.0	02:51	7.2	185	18
10	21.4	02:48	7.8	185	19
11					
12					
13					
14					
Max (30")	21.4	02:48	7.8	185	19
Zeit in Abbruchstufe (min:s):		1:00			

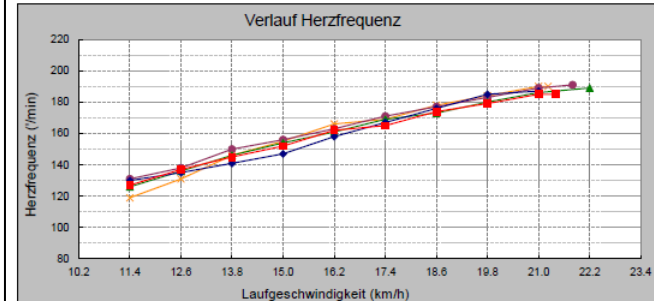
Testergebnisse Stufentest Lauf und DEXA						
Schwellen (mod. Dmax)	v (km/h)	min/km (min:s)	%v <sub>max</sub> (%)	HF (1/min)	%HF <sub>max</sub> (%)	Laktat (mmol/L)
Aerobe Schwelle	15.0	04:00	70	152	82	0.8
Anaerobe Schwelle	18.5	03:15	86	173	94	2.7
Kader Herren Elite						
	Mittelwert					
	14.7 km/h					+2.2 %
	18.4 km/h					+0.7 %
Max. Geschwindigkeit (v <sub>max</sub> ):						
	21.4 km/h	02:48 min/km				+0.9 %
Max. Sauerstoffaufnahme (VO2max):						
	63.0 mL/min/kg	4105 mL/min				-6.9 %
Körperzusammensetzung (DEXA):						
	Relativer Fettanteil	10.39 %				-1.5 %
	FFMI gesamt	18.1 kg/m <sup>2</sup>				-3.4 %

Trainingszonen		Aerobe Schwelle: Die Laufgeschwindigkeit, bei der die Laktatkurve das erste Mal ansteigt. Obere Grenze des Grundagentrainingsbereichs (Zone 1).	
		Anaerobe Schwelle: Die höchste Laufgeschwindigkeit, bei der noch eine Stabilisierung des Laktatwerts möglich ist. Untere Grenze des intensiven Trainingsbereichs (Zone 3).	
		v <sub>max</sub> : Steht für die Abbruchgeschwindigkeit beim Stufentest. Die Abbruchstufe wird proportional zu darin gelaufenen Zeit angerechnet. Zeigt den aktuellen Formstand im Ausdauerbereich an.	
		Relativer Fettanteil: Zeigt an, wieviel % des Körpergewichts aus Fett besteht. Es gibt dafür einen individuellen Optimalwert. Es gilt also nicht "je weniger, desto besser".	
		FFMI: Der "Fat Free Mass Index" (= Fettfreie Masse / Körpergröße <sup>2</sup> ) zeigt an, wie muskulös eine Person am ganzen Körper (FFMI gesamt) oder in den Beinen (FFMI Beine) ist.	
		Trainingszonen: Werden anhand der persönlichen Schwellen eingeteilt und ermöglichen eine individualisierte Trainingssteuerung mittels Herzfrequenz und Laufgeschwindigkeit.	

**Kommentar:** Kontakt: Katja Kellenberger, +41 58 466 18 03, katja.kellenberger@baspo.admin.ch  
Laufleistung: Die Abbruchleistung des aktuellen Stufentests liegt bei 21.4 km/h. Die aerobe Schwelle liegt bei 15.0 km/h und die anaerobe Schwelle bei 18.5 km/h. Für ein lockeres Training in der Zone 1 (grün eingetrag) bedeutet das ein Trainingspace von 04:00 min/km und eine Trainings-Herzfrequenz unter 162. Für intensiven Trainings in der Zone 3 (rot eingetrag) ergibt sich ein Trainingspace von 03:15 min/km und die Herzfrequenz sollte über 175 Schläge pro Minute sein.  
Maximale Sauerstoffaufnahme (VO2max): Die relative VO2max liegt aktuell bei 63 ml/kg/min. Der absolute Wert liegt bei 4105 ml/min.  
Körperzusammensetzung (DEXA): Relativer Fettanteil liegt aktuell bei 10.4% und die «Gesamtbemuskelung» (FFMI gesamt) liegt nun bei 18.1 kg/m<sup>2</sup>.

## Verlauf Laktatstufentest Lauf

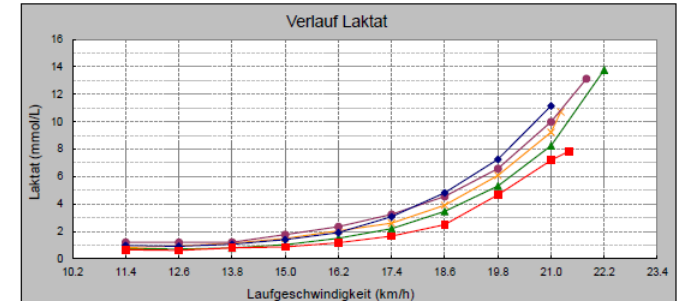
Jonas Schöpfer



Verlaufswerte					
Datum	06.04.2017	21.11.2017	22.03.2018	02.04.2019	18.11.2019
Abbruchstufe (km/h)	22.2	22.2	22.2	21.0	22.2
gelaufene Zeit auf Abbruchstufe	00:33	02:00	03:00	03:00	01:00
Maximale Geschwindigkeit (km/h)	21.2	21.8	22.2	21.0	21.4
Maximaler RER	1.05	1.02	1.00	1.00	1.03
Maximale Herzfrequenz	190	191	189	187	164
Maximale O <sub>2</sub> -Aufnahme (mL/min)	3862	3951	4044	3892	4105
Maximale O <sub>2</sub> -Aufnahme* (mL/kg/min)	60 ± 2	62 ± 2	62 ± 2	59 ± 2	63 ± 2
Aerobe Schwelle (km/h)	14.4	14.4	15.0	14.6	15.0
Aerobe Schwelle (min/km)	04:10	04:10	04:00	04:07	04:00
Aerobe Schwelle Laktat (mmol/L)	1.4	1.7	1.1	1.2	0.8
Aerobe Schwelle Herzfrequenz	151	153	154	145	152
Aerobe Schwelle %HFmax	79	80	81	78	82

**Bemerkungen Verlauf:**  
Nichtleistung wurde deutlich verbessert im Vergleich zum Test letzten Frühling 2019 (+ 1 km/h auf 22.2 km/h Stufe).  
Die Laktatkurve verlief flacher im Vergleich zu den vorangegangenen Tests. Eine Rechtsverschiebung ist ersichtlich im Vergleich zum Test letzten Frühling 2019. Dies weist auf eine bessere Ausdauerleistungsfähigkeit hin. Jedoch ist im aktuellen Test der Wert des Abbruch-Laktats eher gering ausgefallen im Vergleich zu den bisher gelaufenen Tests. Dies könnte daran liegen, dass du dich auf der letzten Stufe nicht ganz ausbeistest hast. Aufgrund der verbesserten Laktatur und besserer Abbruchleistung wurde die aerobe Schwelle nach oben gesetzt. Dein Trainingspace an den Schwellen hat sich also nach unten verschoben (04:00 min/km und 03:15 min/km).  
Maximale Sauerstoffaufnahme (VO2max): Die absolute und die relative VO2max sind höher im Vergleich zum Vortest Frühling 2019 (+4ml/kg/min) und sind die bisher höchsten gemessenen Werte.  
Körperzusammensetzung (DEXA): Der relative Fettanteil ist im Vergleich zum Vortest 2019 deutlich zurück gegangen bei praktisch gleichbleibendem Gewicht (+0.3%). Daher ist auch die «Gesamtbemuskelung» (FFMI gesamt kg/m<sup>2</sup>) leicht gestiegen (+0.3%).

18.11.2019

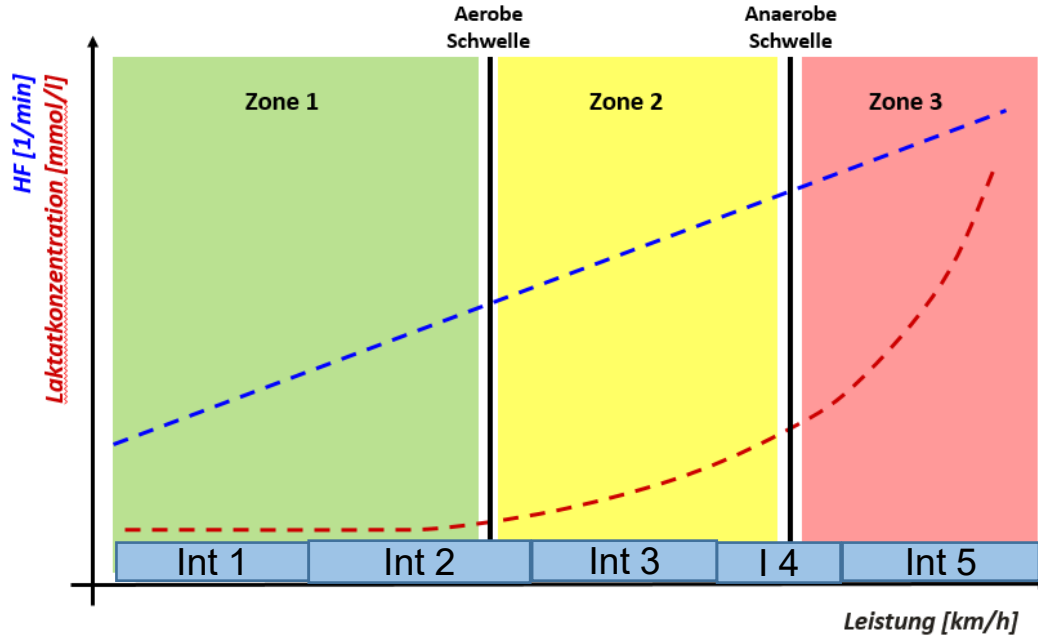


Verlaufswerte					
Datum	06.04.2017	21.11.2017	22.03.2018	02.04.2019	18.11.2019
Abbruchstufe (km/h)	22.2	22.2	22.2	21.0	22.2
gelaufene Zeit auf Abbruchstufe	00:33	02:00	03:00	03:00	01:00
Maximale Geschwindigkeit (km/h)	21.2	21.8	22.2	21.0	21.4
Maximaler RER	1.05	1.02	1.00	1.00	1.03
Maximale Herzfrequenz	190	191	189	187	164
Maximale O <sub>2</sub> -Aufnahme (mL/min)	3862	3951	4044	3892	4105
Maximale O <sub>2</sub> -Aufnahme* (mL/kg/min)	60 ± 2	62 ± 2	62 ± 2	59 ± 2	63 ± 2
Aerobe Schwelle (km/h)	14.4	14.4	15.0	14.6	15.0
Aerobe Schwelle (min/km)	04:10	04:10	04:00	04:07	04:00
Aerobe Schwelle Laktat (mmol/L)	1.4	1.7	1.1	1.2	0.8
Aerobe Schwelle Herzfrequenz	151	153	154	145	152
Aerobe Schwelle %HFmax	79	80	81	78	82
2 mmol/L Geschwindigkeit (km/h)	16.6	15.7	17.4	16.3	17.8
2 mmol/L Herzfrequenz	167	160	169	159	168
4 mmol/L Geschwindigkeit (km/h)	18.6	18.2	19.1	18.1	19.5
4 mmol/L Herzfrequenz	178	175	176	172	178
Gewicht (kg)	64.9	64.1	65.1	65.8	65.3
Relativer Fettanteil (%)	10.7	11.1	10.0	12.7	10.4
FFMI gesamt (kg/m <sup>2</sup> )	17.9	17.5	18.1	17.8	18.1

Kontakt: Katja Kellenberger, +41 58 466 18 03, katja.kellenberger@baspo.admin.ch

© Trösch, Heyer





© Trösch, Heyer

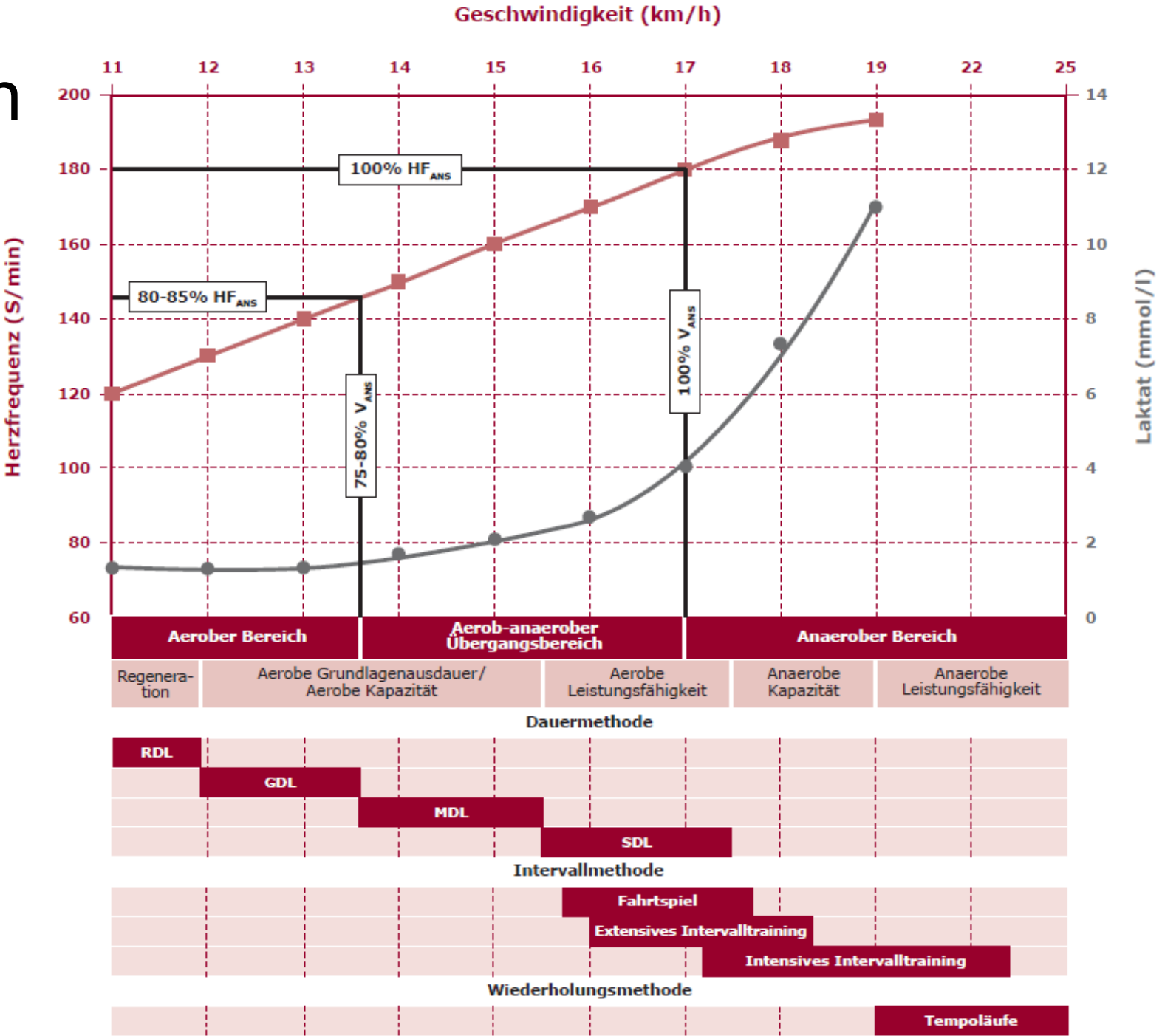
## Herzfrequenzbasierte Trainingsbereiche Laufsport aus dem Stufentest

Bereich	Intensität	Obere Grenze
5 Zonen		
1	Sehr locker	ca. 15 S / min unter $HF_{AeS}$
2	Locker	ca. $HF_{AeS}$
3	Etwas anstrengend	ca. 5 S / min unter $HF_{Ans}$
4	Anstrengend	ca. 5 S / min über $HF_{Ans}$
5	Sehr anstrengend	offen

Swiss Olympic: Manual Leistungsdiagnostik. S. 29

# Rahmentrainingsplan

## Lauf Swiss Athletics





# Praxisbeispiele

In welcher Intensität (Int. 1-5) wird bei folgenden Trainingsformen gelaufen?

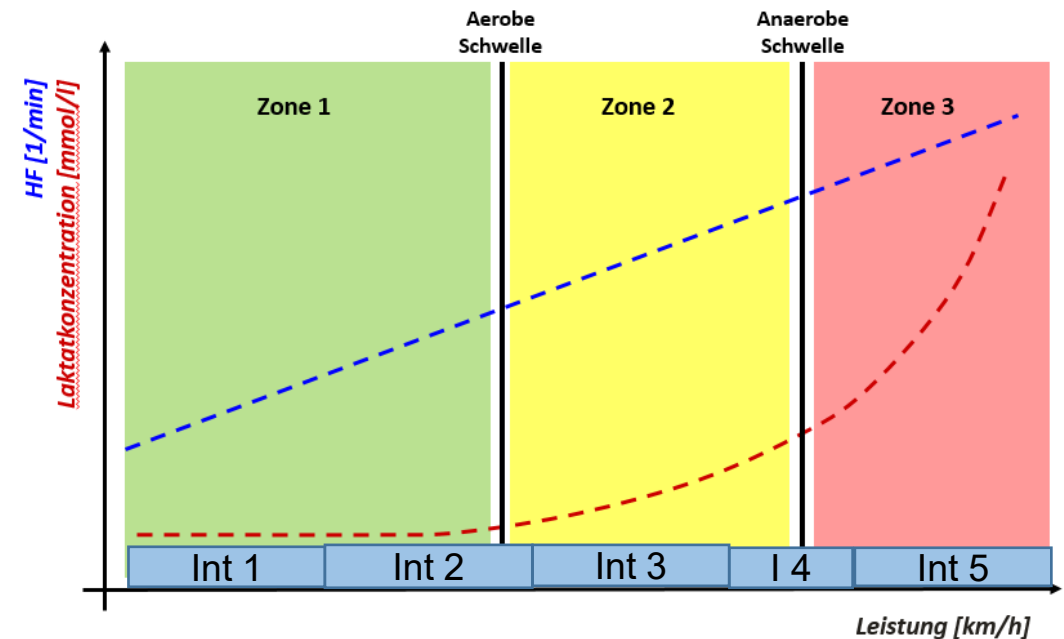
- a) 3 x 20'            p 3'
- b) 5 x 4'            p 2'
- c) 6 x 400 m        p 5'
- d) 10 x 1'           p 45''
- e) DL 60'
- f) DL 30'

Wo (in Bezug auf die Laktatkurve) finden folgende Wettkämpfe statt?

- a) Wettkampf Marathon
- b) Wettkampf 5000 m

## Möglichkeiten der Trainingssteuerung auf der Basis eines Laktatstufentests

- Herzfrequenz
- Laufgeschwindigkeit
- Laktat
- Gefühl





*Magglingen / Macolin*

**Modul Leistungsdiagnostik, 7.-9.8.2023**

**Modul diagnostic de la performance, 7 -9 août 2023**



Labordiagnostik 3:

# **LAKTATSTUFENTEST**

## ***Fragen - Fazit***

# Wer viel misst, misst viel Mist ...

... was nicht schlimm ist,  
wenn man weiss, dass man Mist misst

(frei nach Toni Held)

# Quellen - Links

Troesch Severin, Heyer Louis: *Vom Leistungstest zur Trainingspraxis (Ausdauer)*.  
Präsentation LA Trainer B, Magglingen 2020

Leistungsdiagnostik Swiss Olympic, Dokumente-Site

[https://www.swissolympic.ch/ueber-swiss-olympic/partner\\_labelinhaber/medizinische-institutionen.html?tabId=214fd896-c1c9-42ea-92a0-cc9453a24fd4](https://www.swissolympic.ch/ueber-swiss-olympic/partner_labelinhaber/medizinische-institutionen.html?tabId=214fd896-c1c9-42ea-92a0-cc9453a24fd4)

Laktatstufentest Excel-Vorlage

[https://www.swissolympic.ch/dam/jcr:48fd8f9d-e790-41fd-b0c0-6f078af9d038/Laktatstufentests\\_modDmax\\_Schwellenberechnungen\\_Lauf\\_DE.xlsx](https://www.swissolympic.ch/dam/jcr:48fd8f9d-e790-41fd-b0c0-6f078af9d038/Laktatstufentests_modDmax_Schwellenberechnungen_Lauf_DE.xlsx)

Manual Leistungsdiagnostik

[https://www.swissolympic.ch/dam/jcr:b15b191a-eb0d-46e8-b9c0-417b887a440d/Leistungsdiagnostik\\_Manual\\_160201\\_DE.pdf](https://www.swissolympic.ch/dam/jcr:b15b191a-eb0d-46e8-b9c0-417b887a440d/Leistungsdiagnostik_Manual_160201_DE.pdf)