

CPET   
*Seminare*

CPET   
*Seminare*

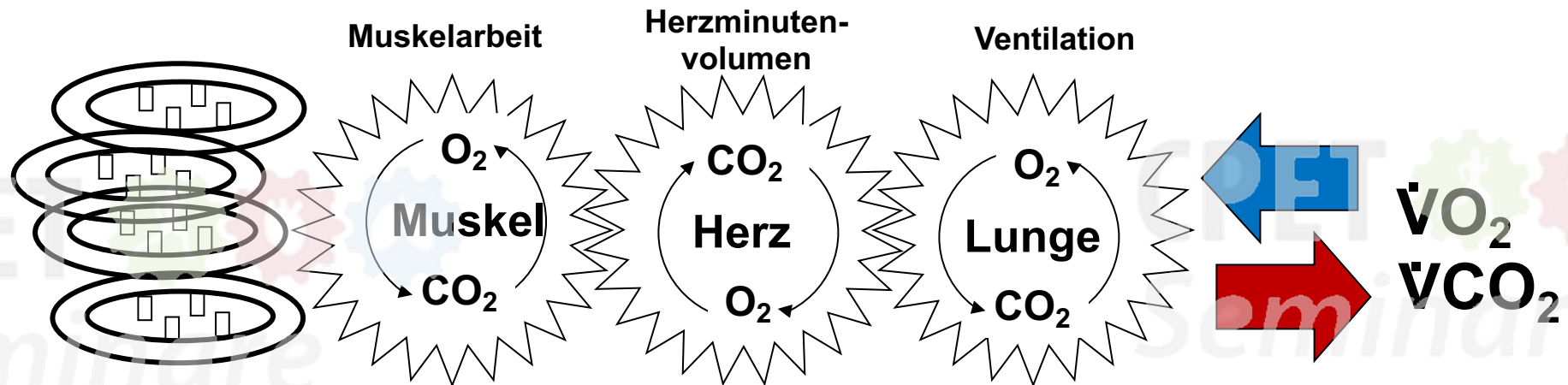
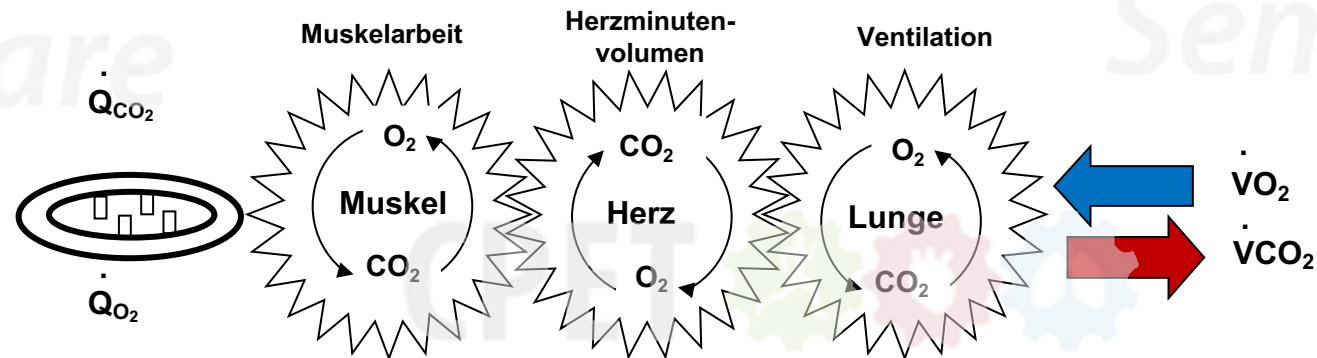
CPET   
*Seminare*

**Spiroergometrie zur Trainingssteuerung**

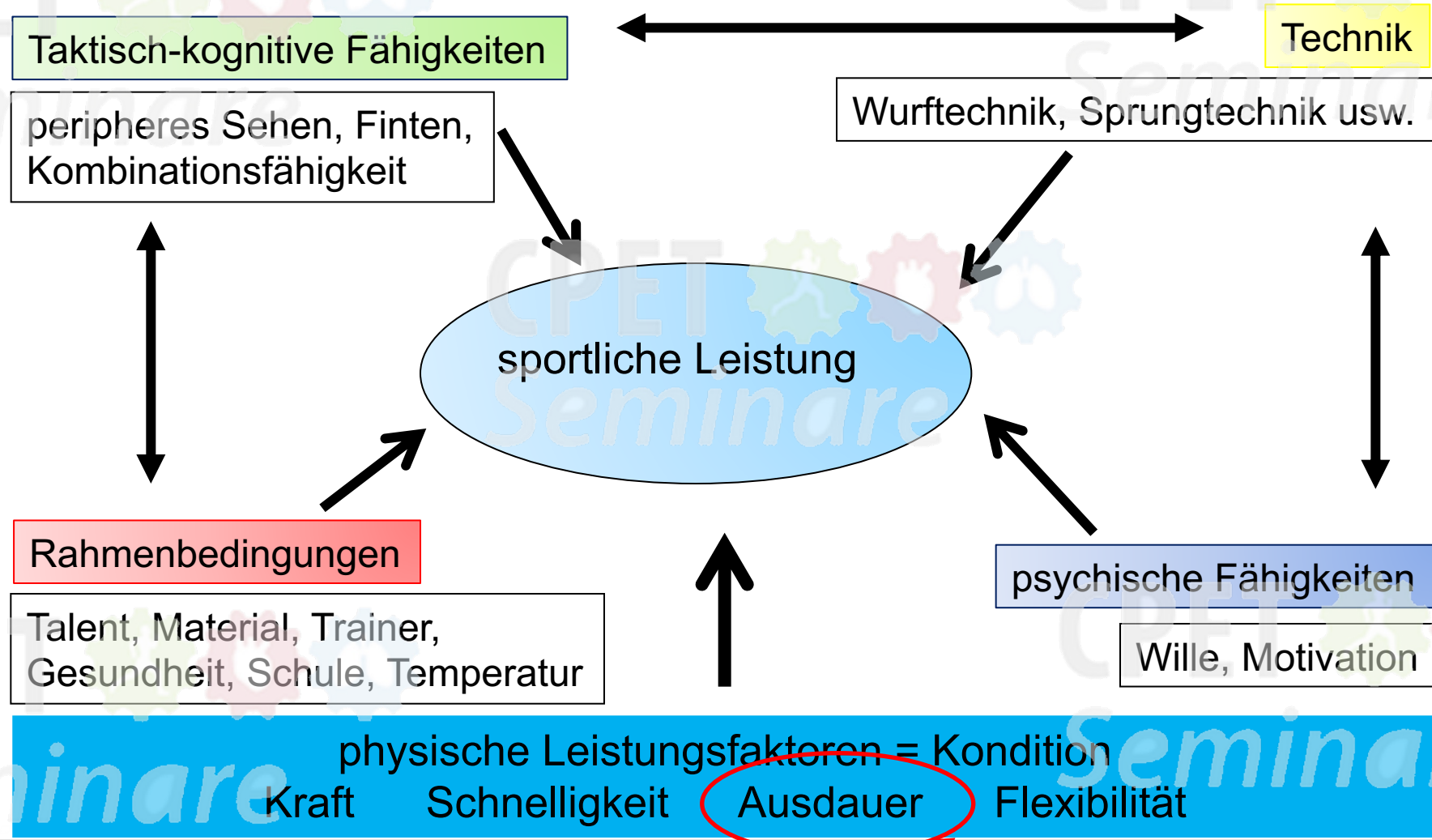
CPET   
*Seminare*

CPET   
*Seminare*

# Der „Normalo“ und der Sportler ?



# Einflussfaktoren sportlicher Leistung



# Spiroergometrieparameter mit Bezug zur Leistungsdiagnostik

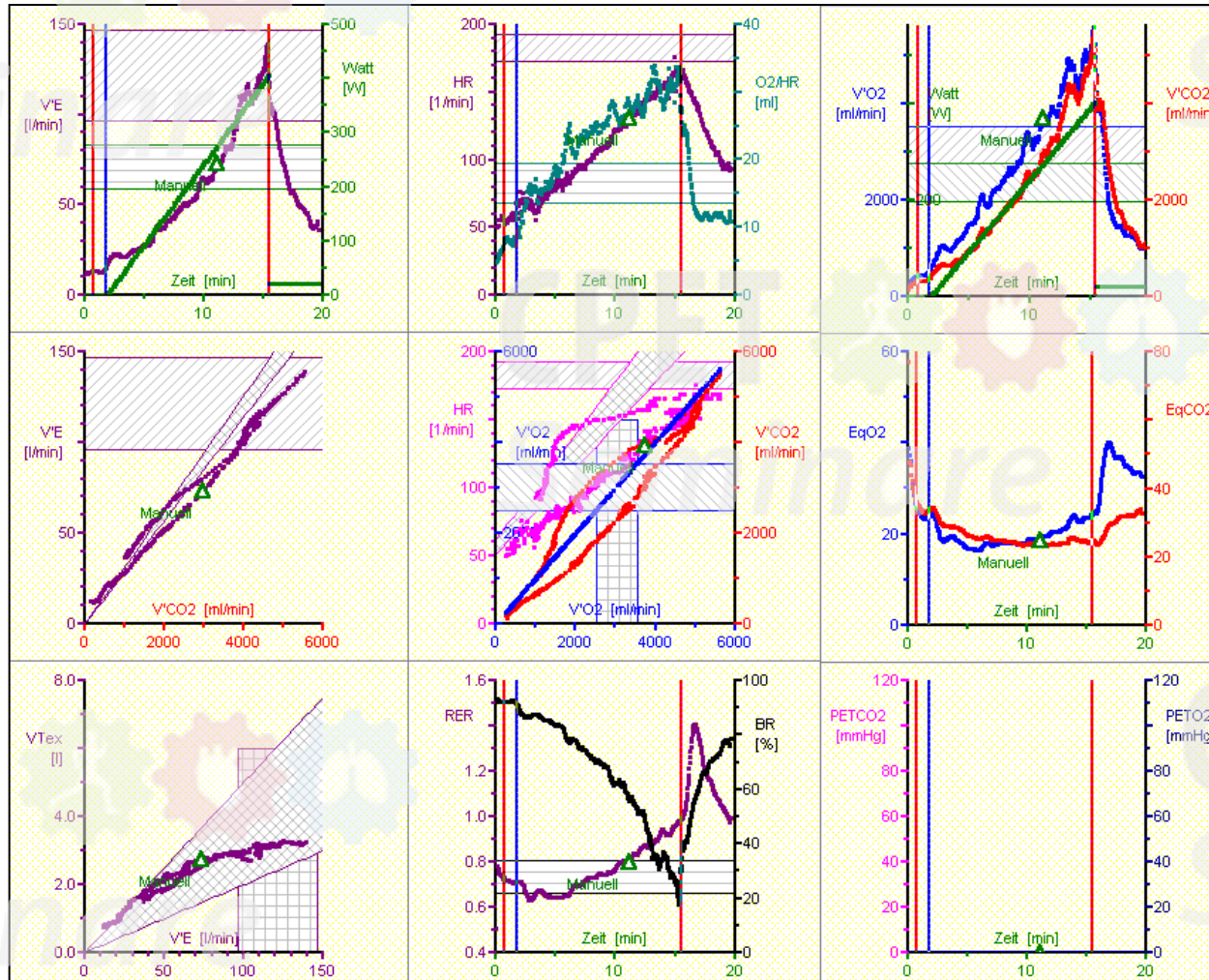
## Maximalwerte:

- Maximale Sauerstoffaufnahme peakVO<sub>2</sub> od. VO<sub>2</sub>max
- Maximale Leistung maxWatt
- Maximale Laufgeschwindigkeit maxGeschwindigkeit
- Maximale Herzfrequenz HRmax
- Maximale Ventilation, Atemreserve maxVE, BR

## Submaximale Werte:

- aerobe und anaerobe Schwelle  
VT1, VT2 VO<sub>2</sub>VT1, VO<sub>2</sub>VT2, HRVT1, HRVT2  
Watt@VT1 od. VT2, Geschw@VT1
- fatmax-Punkt HR@fatmax, Kcal@fatmax,  
gCHO@fatmax, gFett@fatmax,  
dVO<sub>2</sub>/dWR od. VO<sub>2</sub>/Geschw.
- Bewegungsökonomie Maximalwert, submaximale Werte
- Submaximale Herzfrequenzwerte Maximalwert und Kurvenverlauf
- Sauerstoffpuls Slope VE/VCO<sub>2</sub>
- Atemökonomie

# Beispiel A.R.



A.R. ♂

37 J.

Triathlet

gesund

peak  $V'O_2$ :

5711 ml/min

189 %  $V'O_2$ pred

70 ml/min/kg

# Beispiel A.R.

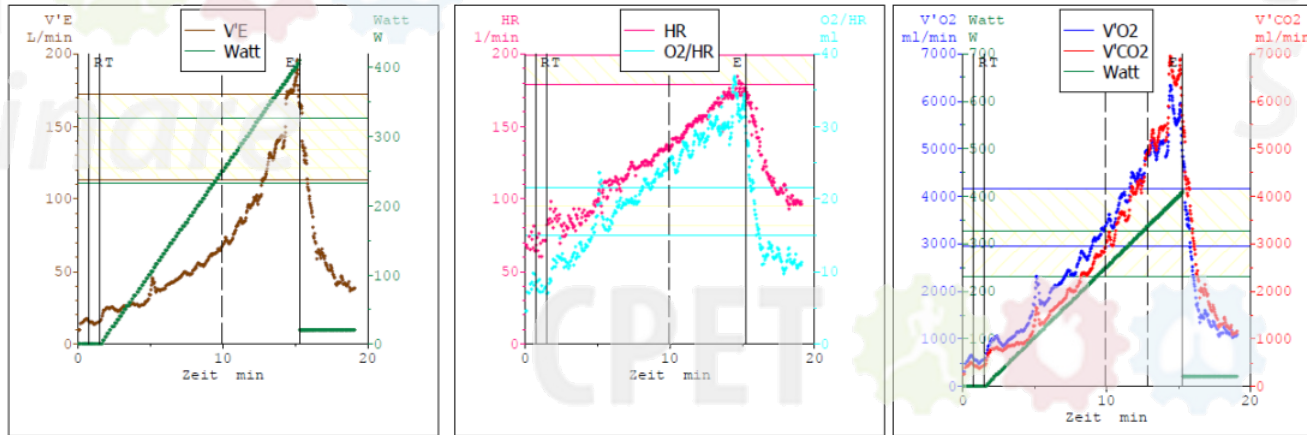
## Belastung

Zusammenfassung		Ruhe	AT Manuell	RCP	MaxVO2	Max Watt	Soll	Max W %Soll
Atemzugmittelung 8 Atemzüge								
Zeit	min	00:45	10:59	13:06	15:15	15:15		
Leistung	W	0	270	335	400	400	219	183
Geschwindigkeit	km/h	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		
Steigung	%	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		

## Ventilation

Zusammenfassung		Ruhe	AT Manuell	RCP	MaxVO2	Max Watt	Soll	MaxVO2 %Soll	Erhol 180 sec
Atemzugmittelung 8 Atemzüge									
V'E	L/min	13	74	99	140	140	148*	95*	43
VTex	L	0.857	2.701	2.835	3.176	3.176			1.896
BF	l/min	16	27	35	44	44	42	106	22
BR	%	91	50	33	5	5	28	18	71
Watt	W	0	270	335	400	400	219	183	20
V'O2	ml/min	450	3810	4444	5711	5711	2876	199	1132
VO2/kg	ml/min/kg	5.5	46.7	54.5	70.0	70.0	35.2	199	13.9
V'CO2	ml/min	326	3012	3922	5598	5598			1217
EqCO2		34.7	23.4	24.2	24.0	24.0			32.5
EqO2		25.2	18.5	21.3	23.5	23.5			34.9
RER		0.72	0.79	0.88	0.98	0.98			1.07

# Besonderheiten im Tabellenreport - Plausibilität



## Ventilation

Zusammenfassung	Ruhe	AT	RCP	MaxVO2	Max	Soll	MaxVO2	Erhol
		Manuell			Watt		%Soll	180 sec
Atemzugmittelung 8 Atemzüge								
V'E	L/min	15	67	113	174	196	175*	44
VTex	L	1.008	3.072	3.619	3.876	3.326		1.803
BF	l/min	15	22	31	45	59	42	24
BR	%	91	62	35	1	-12	28	75
Watt	W	0	250	335	385	405	280	20
V'O2	ml/min	573	3373	4927	6329	5952	3544	1182
VO2/kg	ml/min/kg	6.5	38.2	55.8	71.7	67.4	40.1	179
V'CO2	ml/min	435	2938	4879	6932	6880		1343
EqCO2		32.4	22.3	22.8	24.6	27.8		31.3
EqO2		24.6	19.4	22.6	26.9	32.2		35.5
RER		0.76	0.87	0.99	1.10	1.16		1.14

maxVO<sub>2</sub> hier höher als VO<sub>2</sub> bei maxWatt !!!

# Beispiel A.R.

## Herz / Kreislauf

Zusammenfassung		Ruhe	AT	RCP	MaxVO2	Max Watt	Soll	MaxVO2 %Soll	Erhol 180 sec
Atemzugmittelung 8 Atemzüge									
HR	1/min	53	131	150	169	169	178	95	104
O2/HR	ml	8.5	29.1	29.6	33.8	33.8	16.1	210	10.9
HR/Vkg	1/ml/kg	9.6	2.8	2.8	2.4	2.4			7.5
HRR	l/min	125	47	28	9	9			74
dO2/dW	ml/min/Watt	0.00	12.44	11.92	13.15	13.15			34.12
Psys	mmHg	0	0	0	0	0			0
Pdia	mmHg	0	0	0	0	0			0

## Aerob - Anaerober Übergang

Zusammenfassung		AT	RCP	Max Watt
Zeitmittelung 30 Sekunden				
V'O2/V'O2max	%	64	82	95
V'O2/V'O2pred	%	118	151	174



# Bewertung der maximalen Leistungsfähigkeit

---

peak VO<sub>2</sub>

absolut

[ml/min]

in % vom Soll

[%Soll]

bezogen auf Körpergewicht

[ml/min/kg]

Leistung

absolut

[Watt]

in % vom Soll

[%Soll]

bezogen auf Körpergewicht

[Watt/kg]

Laufgeschwindigkeit

[km/h / Steigung]

## Beurteilung der Leistungsfähigkeit (Cooper) [mlO<sub>2</sub>/kg]

### Männer

Alters- gruppe in Jahren	niedrig	mässig	normal	gut	sehr gut
20 – 29	< 32	33 – 35	36 – 43	44 – 47	>48
30 – 39	< 30	31 – 35	36 – 40	41 – 45	>46
40 – 49	< 29	30 – 33	34 – 39	40 – 44	>45
50 – 59	< 25	26 – 30	31 – 35	36 – 43	>44
60 – 69	< 19	20 – 25	26 – 32	33 – 40	>41

## Beurteilung der Leistungsfähigkeit (Cooper) [mlO<sub>2</sub>/kg]

### Frauen

Alters- gruppe in Jahren	niedrig	mässig	normal	gut	sehr gut
20 – 29	< 23	24 – 28	29 – 33	34 – 37	>38
30 – 39	< 22	23 – 26	27 – 32	32 – 36	>37
40 – 49	< 20	21 – 24	25 – 30	31 – 34	>35
50 – 59	< 19	20 – 22	23 – 28	29 – 32	>33
60 – 69	< 17	18 – 20	21 – 24	25 – 29	>30

## Beurteilung der Leistungsfähigkeit nach [mlO<sub>2</sub>/kg]

	Spitzensport (20-35 h/Wo)	Leistungssport (10-20 h/Wo)	Fitnesssport (4-10 h/Wo)
Skilangläufer	85-90	75-85	55-65
Langstreckenläufer	83-88	70-80	55-65
Radsportler	82-86	67-78	50-60
Triathleten	78-84	67-78	55-65
Schwimmer	70-75	62-70	45-50
Schnellkraftsportarten	55-65	50-55	40-50

Tabelle für Männer 25-35 Jahre  
Bei Frauen 10-15 % abziehen

## Beurteilung der Leistungsfähigkeit nach [mlO<sub>2</sub>/kg]

Männer	V'O <sub>2</sub> max (mlO <sub>2</sub> /min/kg)	Frauen
Weltklasse	81-92	„noch nicht erreicht“
Übergang ↑	76-80	Weltklasse (+)
Hochtrainiert	71-75	Weltklasse
Sehr gut trainiert (+)	66-70	Übergang ↓
Sehr gut trainiert (-)	61-65	Hochtrainiert
Gut trainiert (+)	56-60	Übergang ↓
Gut trainiert (-)	51-55	Sehr gut trainiert
Befriedigend trainiert (+)	46-50	Gut trainiert
Befriedigend trainiert (-)	41-45	Befriedigend trainiert
Untrainiert (+)	36-40	Übergang ↓
Untrainiert (-)	31-35	Untrainiert (+)
Leistungsschwach (+)	26-30	Untrainiert (-)
Leistungsschwach (-)	21-25	Leistungsschwach
pathologisch	11-20	pathologisch

## Beispiel A.R.

peak VO <sub>2</sub>		
absolut	[ml/min]	5711 [ml/min]
in % vom Soll	[%Soll]	199 %
bezogen auf Körpergewicht	[ml/min/kg]	70,0 [ml/min/kg]
Leistung		
absolut	[Watt]	400 [Watt]
in % vom Soll	[%Soll]	219 %
bezogen auf Körpergewicht	[Watt/kg]	4,9 [Watt/kg]
Laufgeschwindigkeit	[km/h / Steigung]	

# Kriterien der Ausbelastung

---

- Plateaubildung der Herzfrequenzkurve (Feld 2) trotz steigender Belastung
- Plateaubildung der Sauerstoffaufnahme (Feld 3) trotz ansteigender Belastung
- respiratorischer Quotient RER > 1,1 (Feld 8)
- Atemfrequenz > 50/min (Feld 7, untere Isoplethe)
- O<sub>2</sub>-Atemäquivalent ( $V'E/V'O_2$ ) > 30-35 am Ende der Belastung
- Laktatwerte von > 8-10 mmol/l
- Borg-Skala > 17

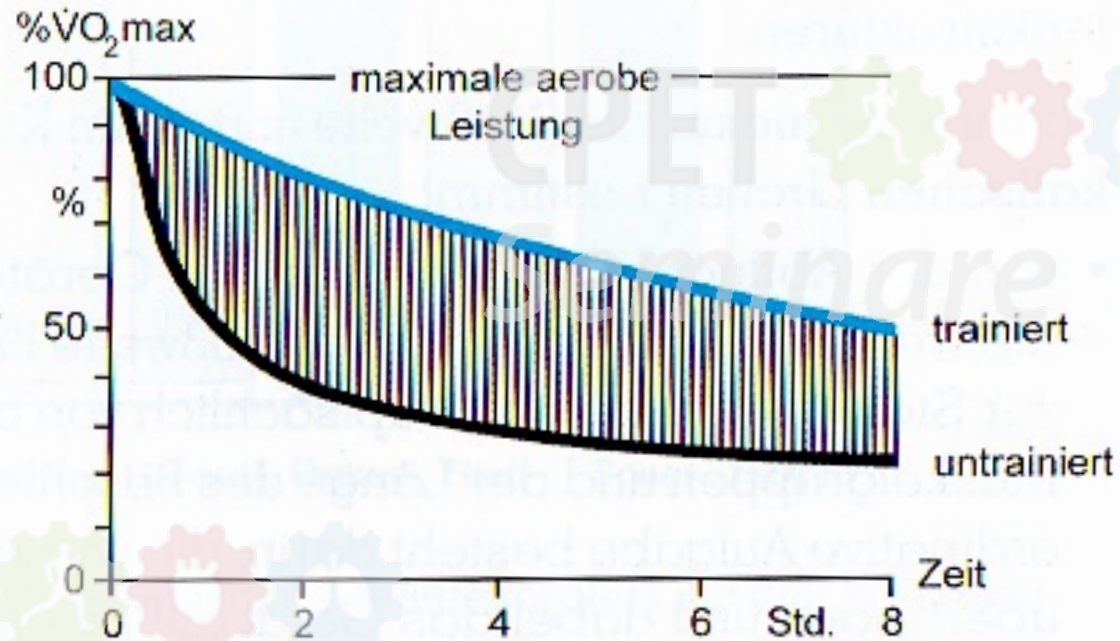
## Einflussnehmende Testbedingungen

---

- Tageszeit
  - Morgensportler/Abendsportler?
  - Testzeit für Verlaufsuntersuchungen dokumentieren
- Umgebungsbedingungen
  - Raumtemperatur 18°-24°
  - Luftfeuchtigkeit 30-60%
- Medikation ggf. Einnahmezeitpunkt
  - Betablocker
- Abstand zu letztem Training
- Ernährung
- Nikotin
- Koffein



## Zusammenhang zwischen maximaler Arbeitsdauer und Leistung



VO <sub>2</sub> max	Zeit
100 %	10 min
90 %	30 min
85 %	60 min
80%	120 min

# Untergruppen der Ausdauerbelastungen

---

## **aerobe Kurzzeitausdauer (Dauer 3 - 10 Minuten)**

Lauf-, Schwimm-, Eisschnelllaufdisziplinen entspr. Dauer, Rudern, Kajak, Radfahrdisziplinen entspr. Dauer

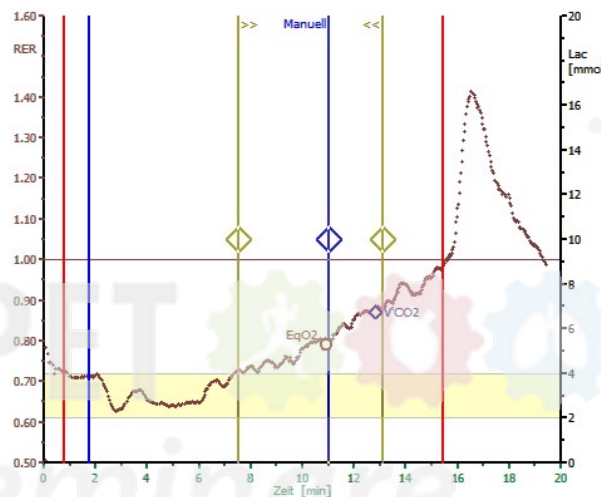
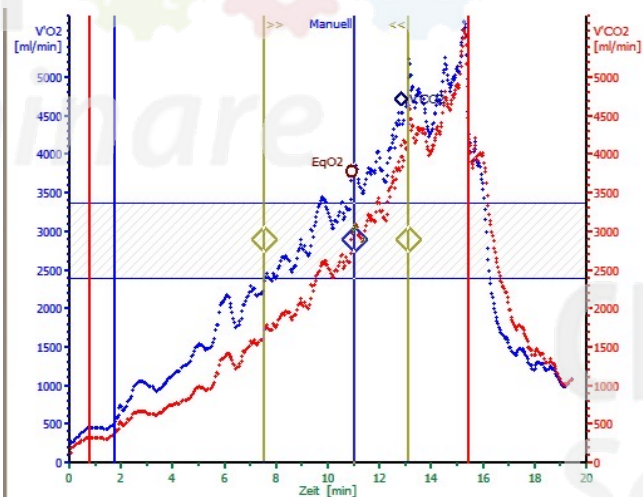
## **aerobe Mittelzeitausdauer (Dauer 10 - 30 Minuten)**

*5000 und 10000 m Lauf, 10000 m Eisschnelllauf, Wildwasserkajakabfahrt*

## **aerobe Langzeitausdauer (Dauer über 30 Minuten)**

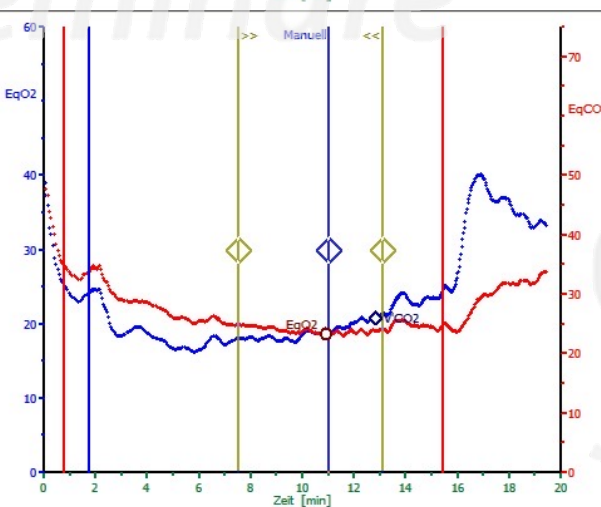
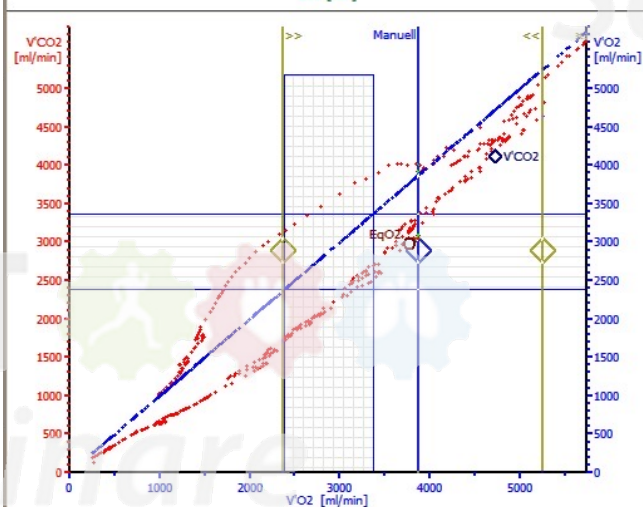
*Halbmarathon, Marathon, 100 km Lauf, Triathlon, Radrennen*

# Beispiel A.R.



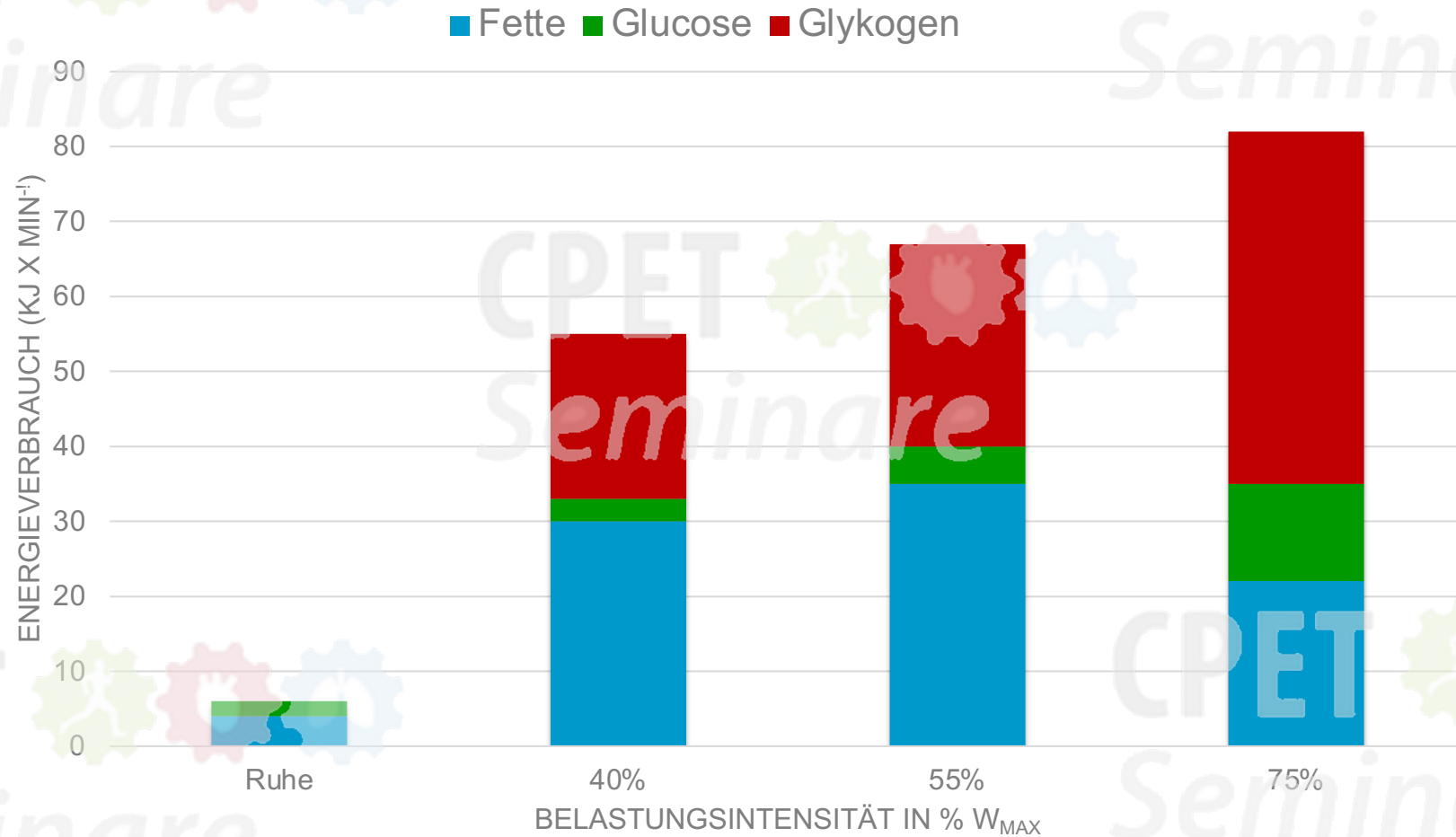
A.R. ♂  
37 J.  
Triathlet  
gesund

$\dot{V}O_2@VT1$ :  
3810 ml/min  
118 %  $\dot{V}O_2$ pred  
270 Watt  
HR 131/min

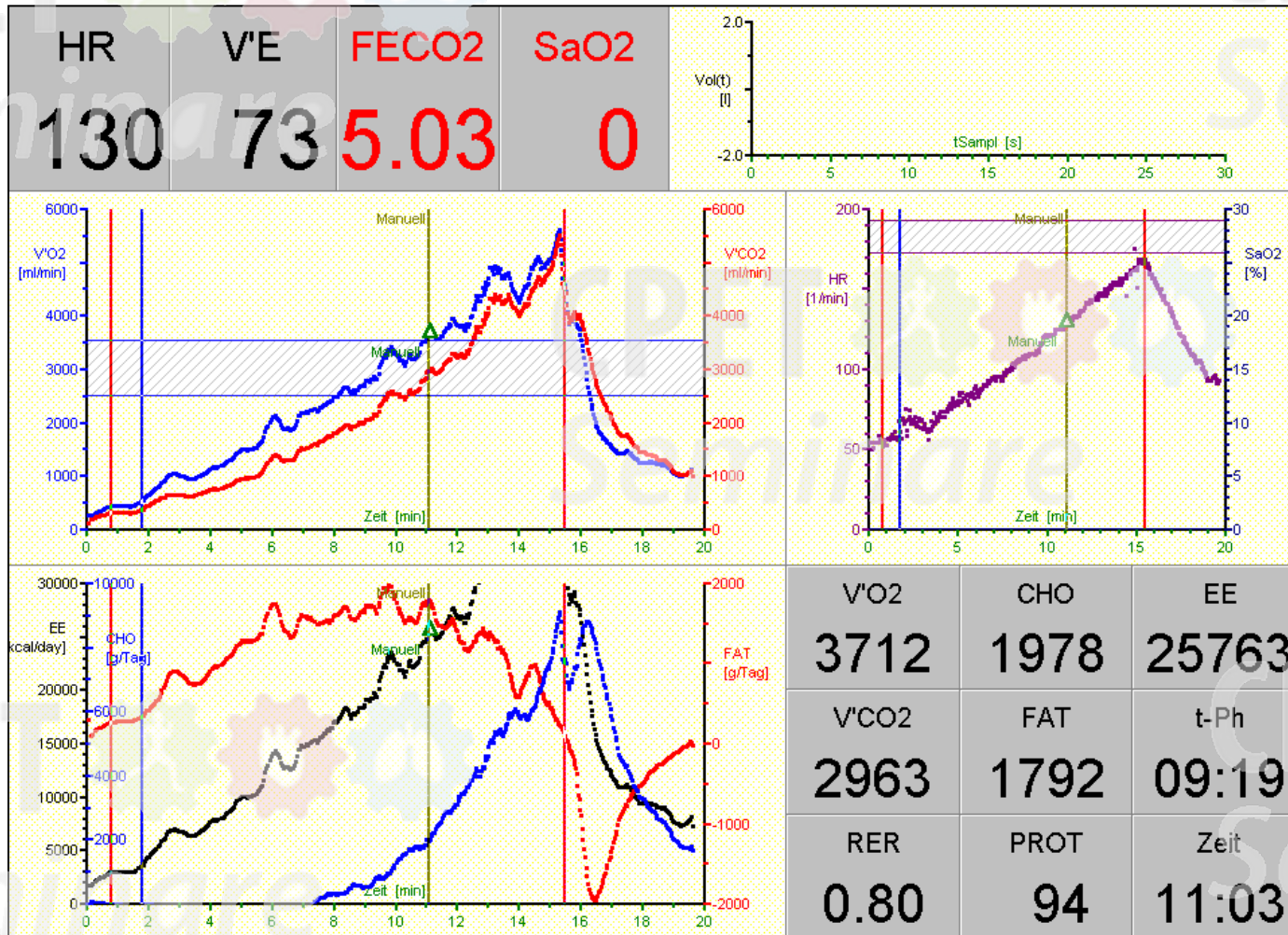


$\dot{V}O_2@VT2$ :  
4444 ml/min  
335 Watt  
HR 150/min

## Anteil energieliefernde Systeme bei verschiedenen Belastungsstufen



# Beispiel A.R.



A.R. ♂

37 J.

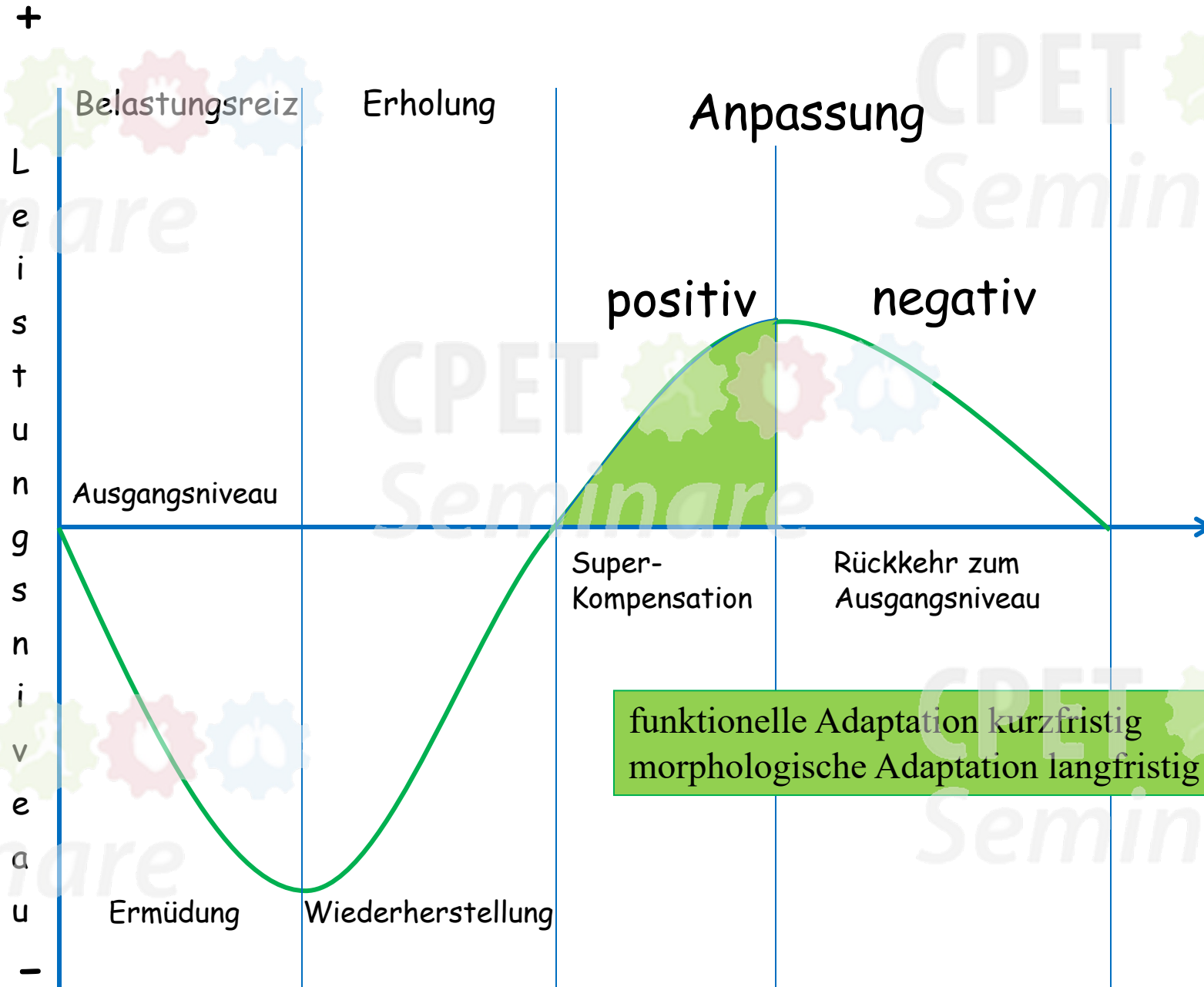
Triathlet  
gesund

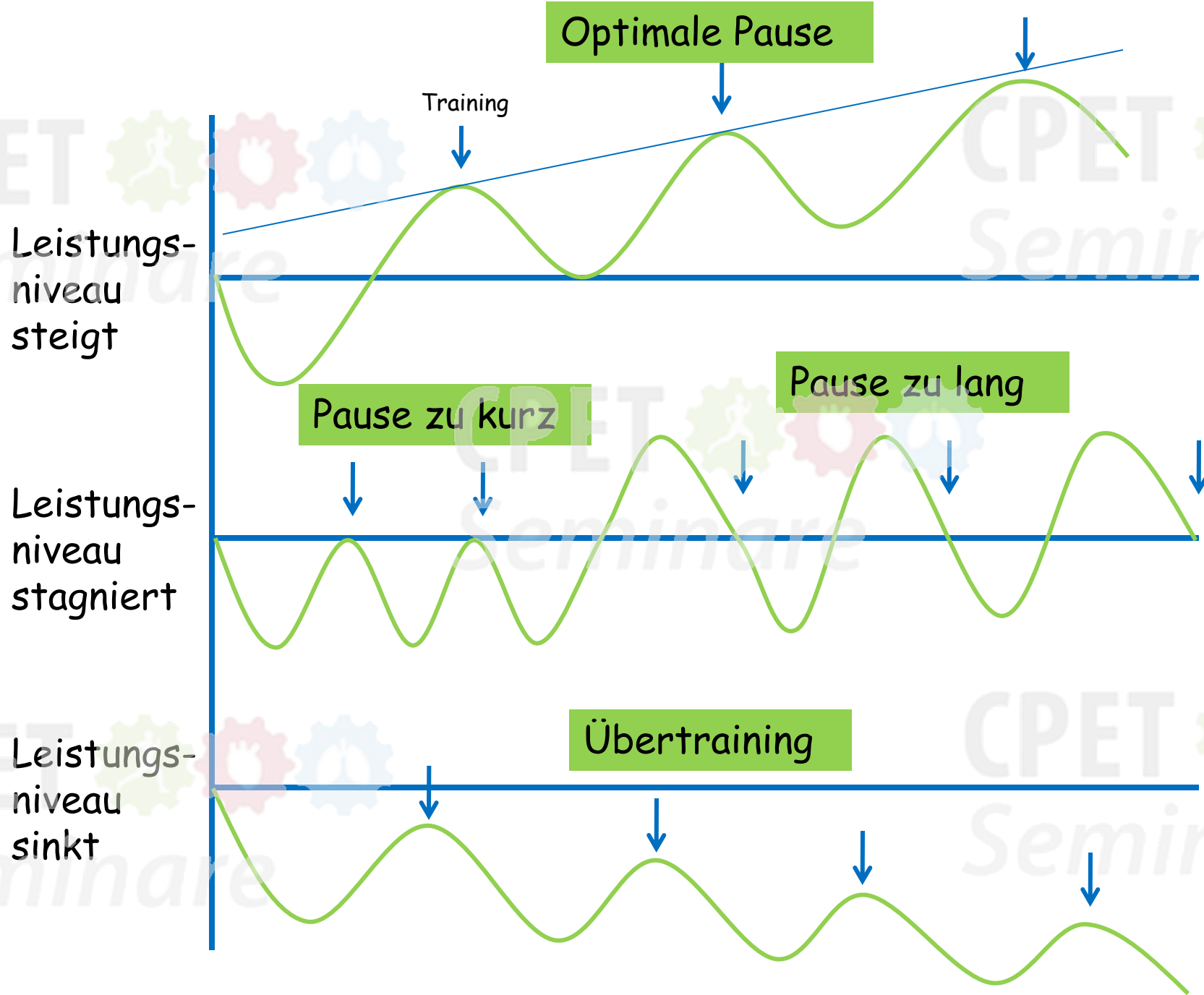
Gesamtkalorien:  
an VT1:  
1073 kcal/h

Fettverbrennung:  
74,7 g/h

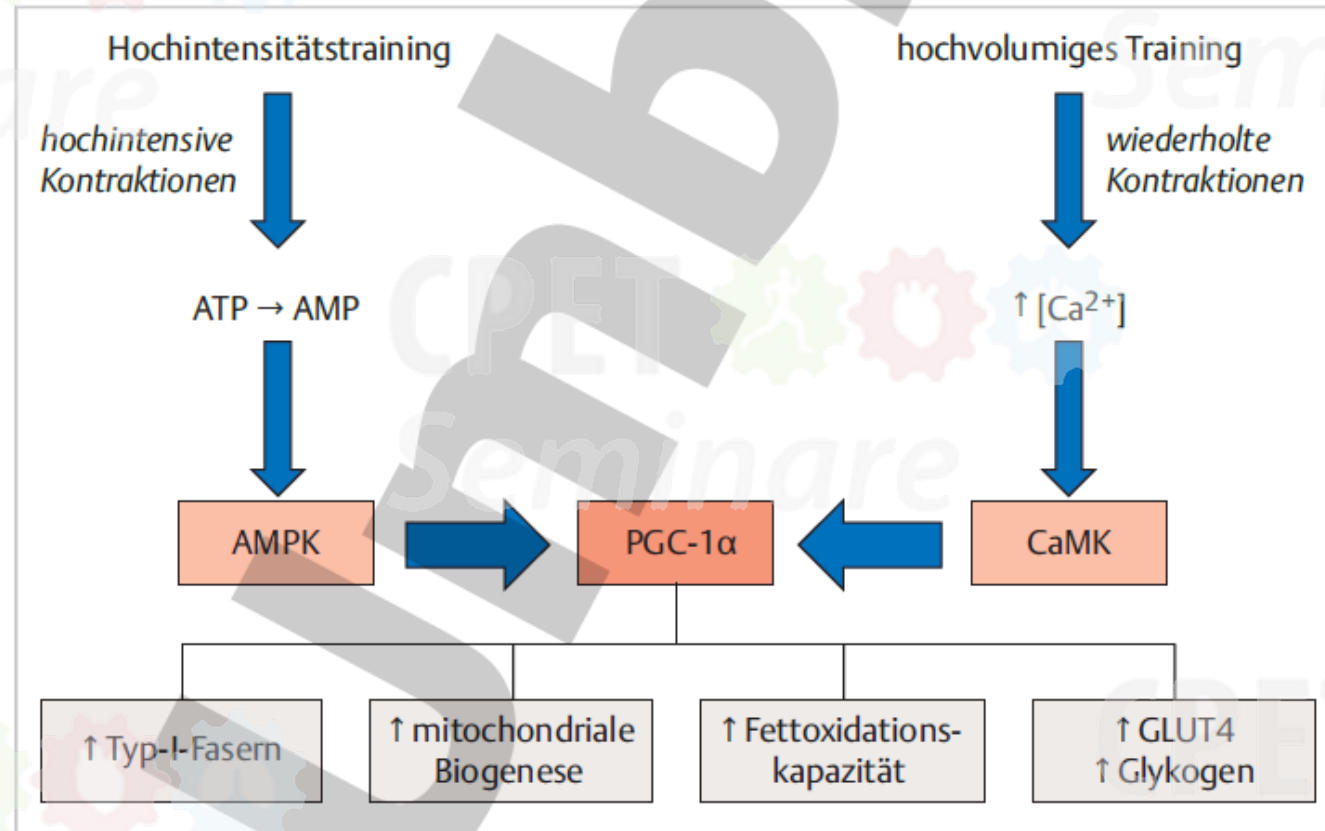
Kohlenhydrate:  
82 g/h

# Leistungsverbesserung durch Superkompensation





# Physiologische Signalwege von Trainingsreizen

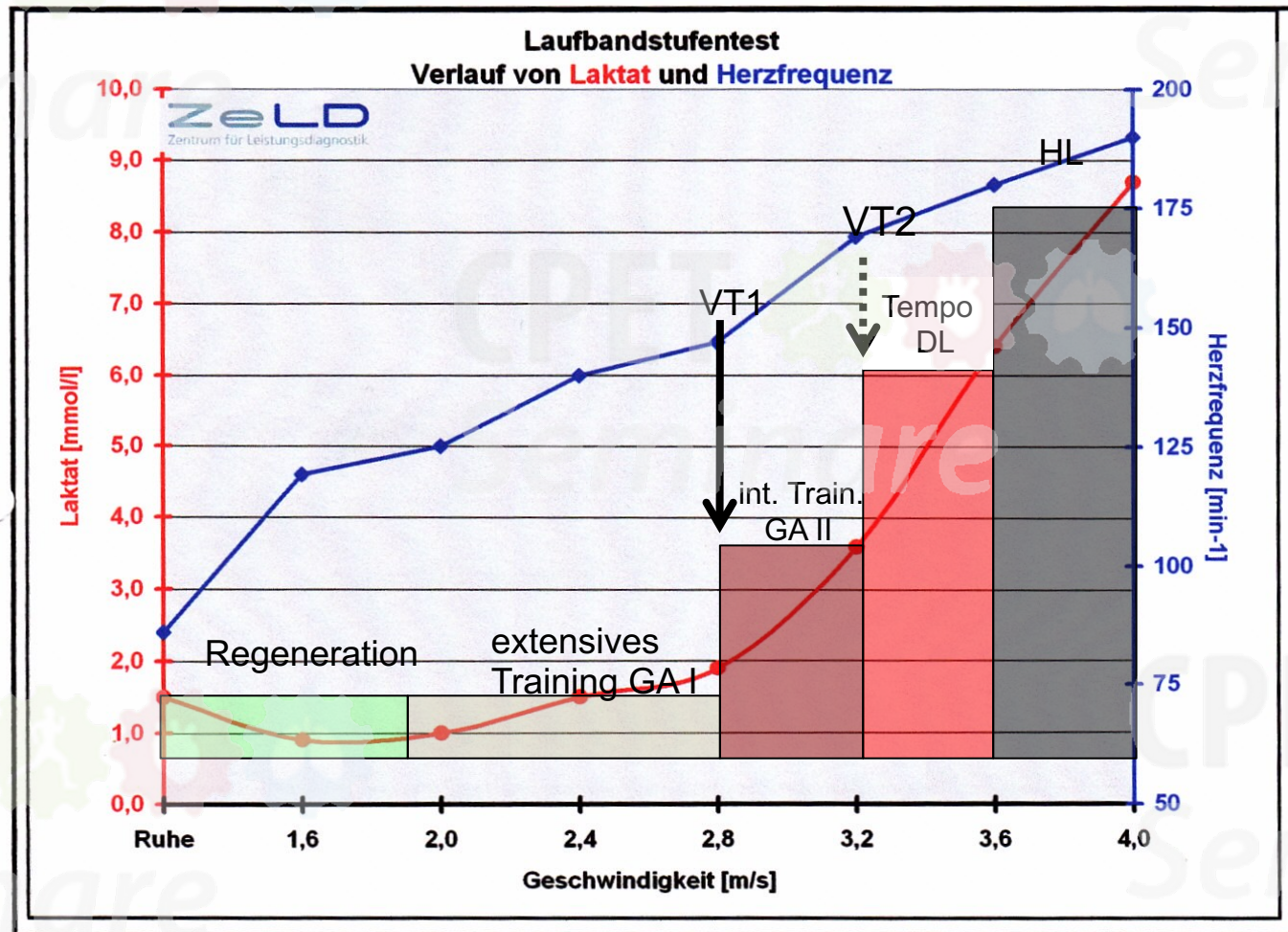


Die Art des Trainingsreizes beeinflusst die Anpassung

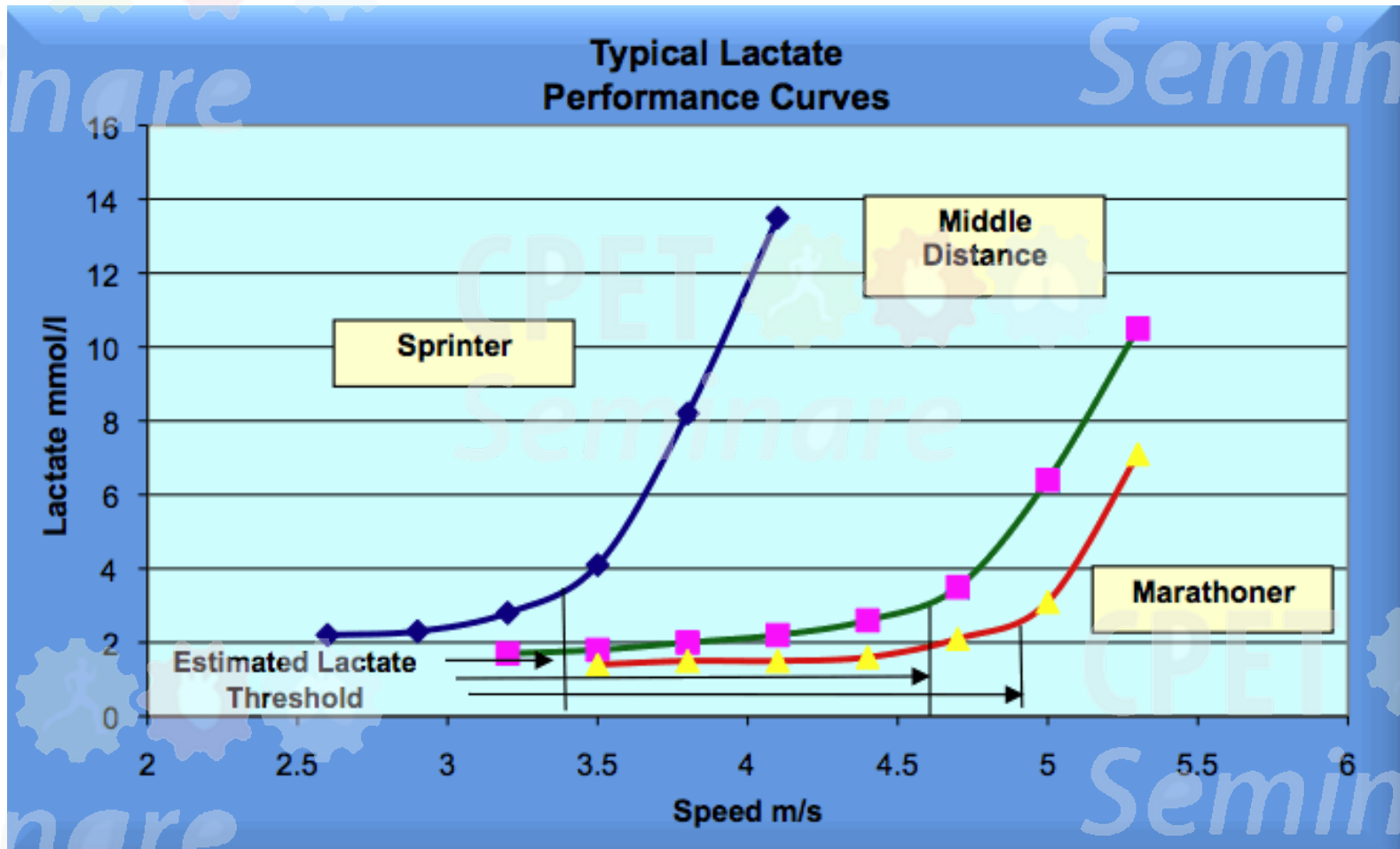


# Bestimmung der Trainingszonen

## Feldstufentest mit Laktatmessung



# Typische Laktatkurven



# Trainingsintensitätsbereiche

---

Der **Regenerationsbereich (KB für Kompensationsbereich)** dient der Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit, verbessert die Regenerationsfähigkeit, Energiebereitstellung überwiegend Fette.

Der **Grundlagenbereich 1 (GA1)** ist zur Verbesserung der aeroben Leistungsfähigkeit. Energiebereitstellung überwiegend aus dem Fettstoffwechsel, dient der Ausbildung und Stabilisierung einer Grundlagenausdauer.

Der **Grundlagenbereich 2 (GA2)** verfolgt das Ziel einer Verbesserung der Leistungsfähigkeit im aerob-anaeroben Übergang. Verbessert Laktattoleranz, meist als Intervalltraining, Überwiegen Kohlenhydratstoffwechsel

Der **Entwicklungsbereich EB** dient der Verbesserung der anaeroben Leistungsfähigkeit, VO<sub>2</sub>max, Energiebereitstellung aus Kohlenhydraten  
Laktat.

# Trainingszonen-Modelle

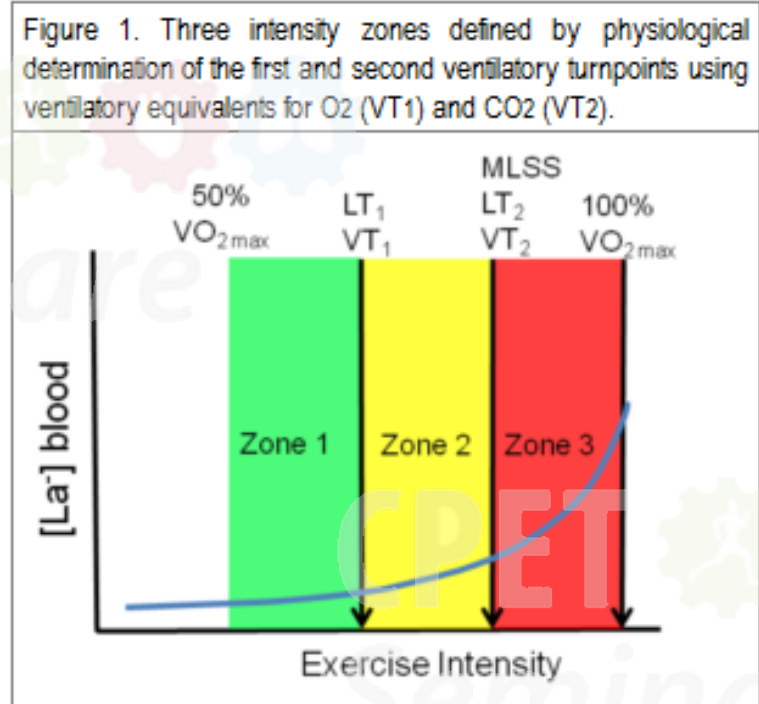
## 5-Zonen-Trainingsmodell

Table 1: A typical five-zone scale to prescribe and monitor training of endurance athletes.

Intensity zone	VO <sub>2</sub> (%max)	Heart rate (%max)	Lactate (mmol.L <sup>-1</sup> )	Duration within zone
1	45-65	55-75	0.8-1.5	1-6 h
2	66-80	75-85	1.5-2.5	1-3 h
3	81-87	85-90	2.5-4	50-90 min
4	88-93	90-95	4-6	30-60 min
5	94-100	95-100	6-10	15-30 min

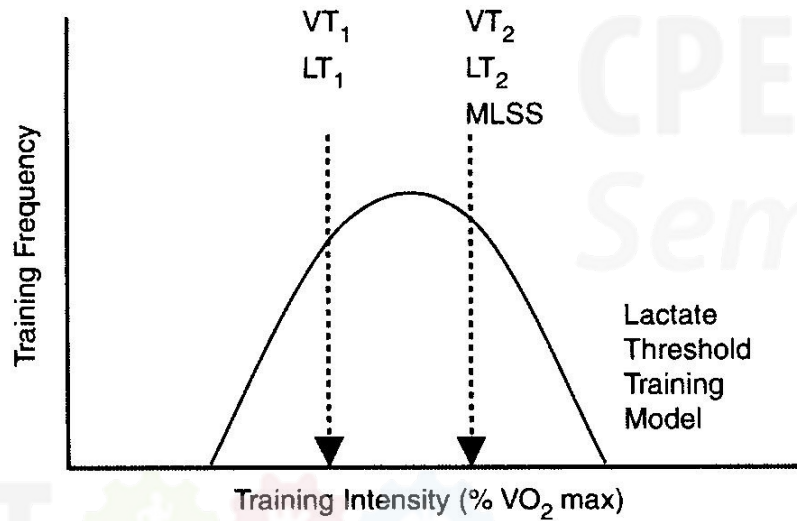
The heart rate scale is slightly simplified compared to the actual scale used by the Norwegian Olympic Federation, which is based primarily on decades of testing of cross-country skiers, biathletes, and rowers.

## 3-Zonen-Trainingsmodell

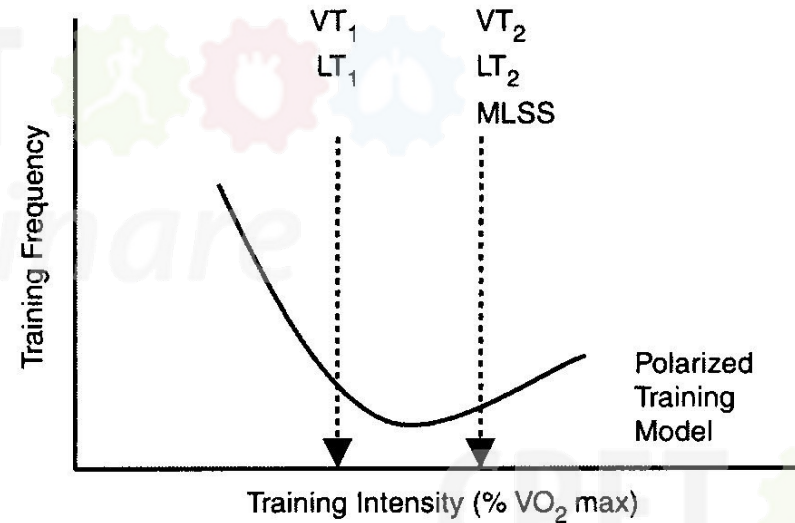


# Trainingskonzepte

Laktatschwellen-Training

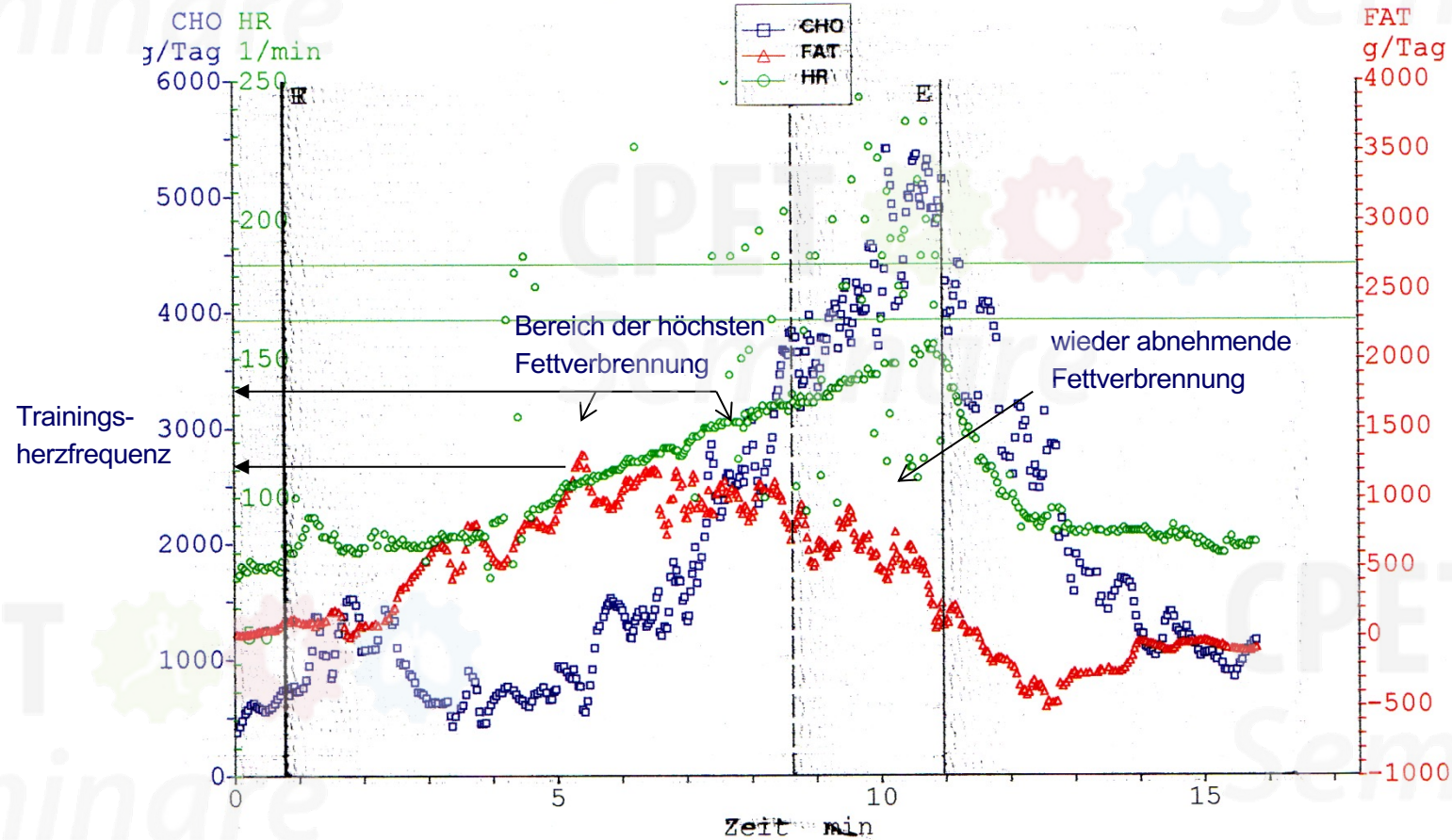


Polarisiertes Trainingsmodell



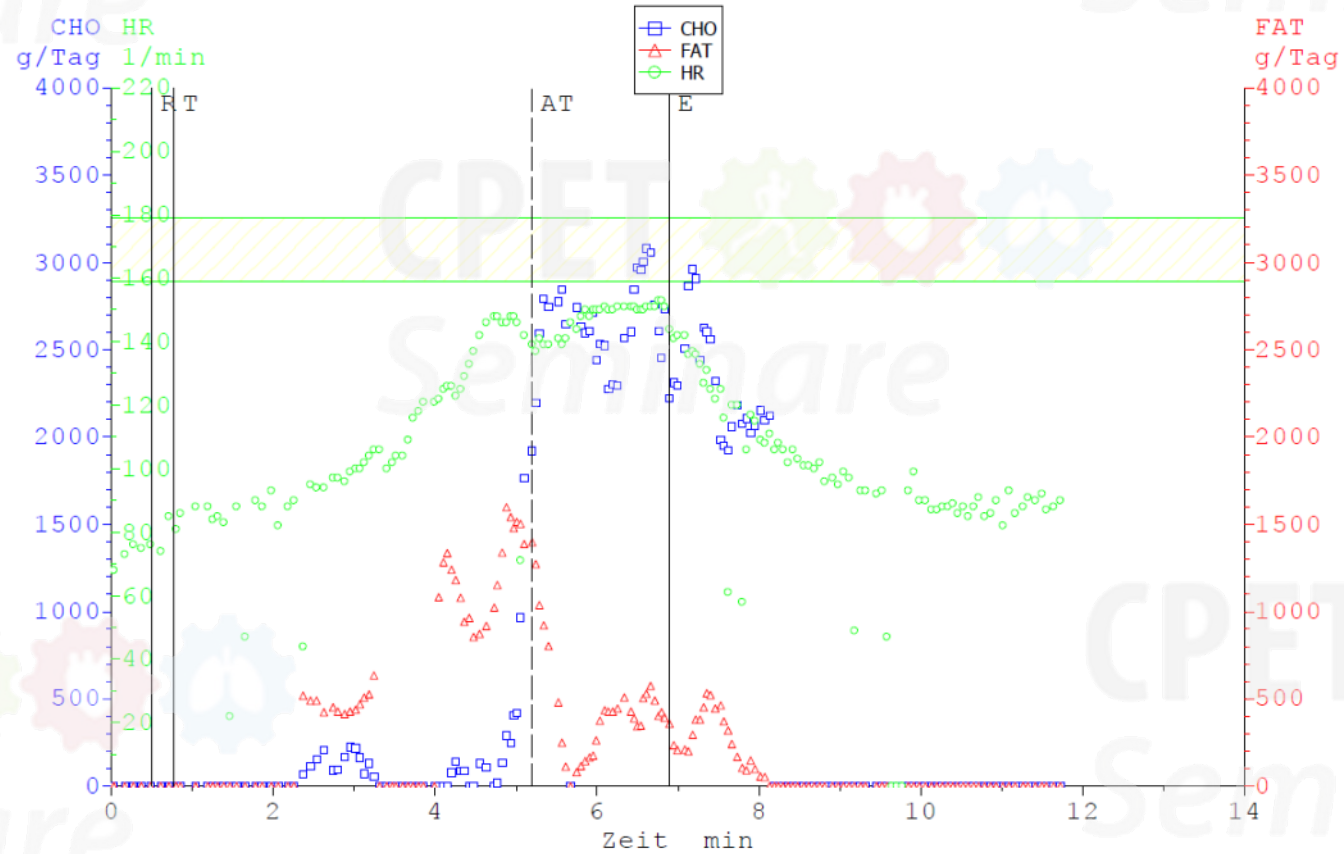
# Fettverbrennungskurve (gute Fettverbrennung)

CHO: Anteil der Kohlenhydratverbrennung FAT: Anteil der Fettverbrennung HR: Herzfrequenz



# Fettverbrennungskurve (schlechte Fettverbrennung)

CHO: Anteil der Kohlenhydratverbrennung FAT: Anteil der Fettverbrennung HR: Herzfrequenz



## Intensitätssteuerung

---

Welche Intensität ?

Steuerung über den Puls (Schläge/min)

Steuerung über Leistung [Watt]

Laufgeschwindigkeit [min/km od. km/h]



oder „Laufen ohne zu schnaufen“





# Bestimmung der Trainingszonen aus der Spiroergometrie

---

## **Regenerationsbereich:**

- Unterhalb des Plateaus der Fettverbrennung

## **Fettverbrennungsbereich:**

- Plateaubereich der Fettverbrennungskurve

## **GA1-Bereich:**

- Von 50 %  $\text{VO}_2\text{peak}$  bis VT1

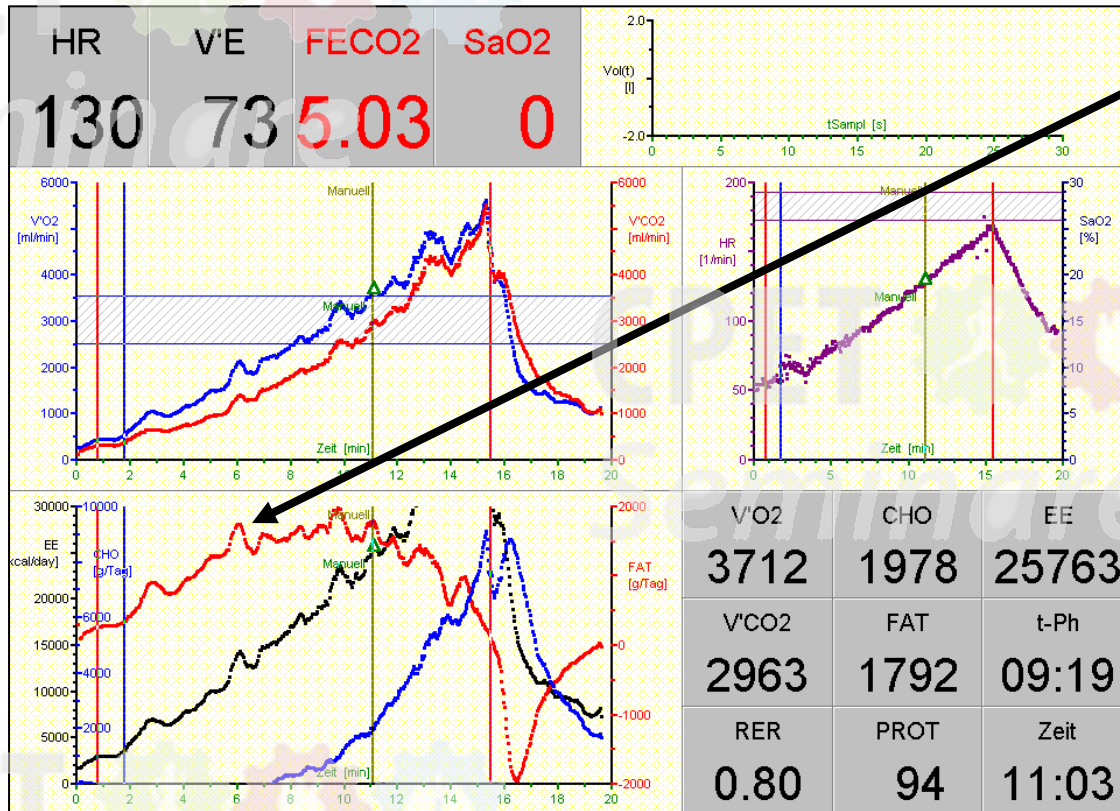
## **GA2-Bereich:**

- Von VT1 bis VT2

## **Entwicklungsbereich:**

- Oberhalb von VT2

# Trainingszonen aus der Spiroergometrie A.R.



Regenerationsbereich:  
 Bis HR 90/min  
 Bis 140 Watt

GA1-Bereich:  
 50% VO<sub>2</sub>peak – VT1

# Trainingszonen aus der Spiroergometrie A.R.

Zeit min	Watt W	HR 1/min	V'E l/min	BF l/min	V'O2 ml/min	V'CO2 ml/min	RER	EqO2	EqCO2	VO2/kg ml/ min/kg	O2/HR ml
00:30	0	55	12	15	308	222	0.72	33.0	45.8	3.8	5.6
00:45	0	52	14	16	442	322	0.73	26.4	36.1	5.4	8.5
01:00	0	53	13	15	457	329	0.72	24.4	33.9	5.6	8.6
01:30	0	61	13	16	449	318	0.71	23.3	32.9	5.5	7.4
01:44	0	61	12	14	438	314	0.72	23.9	33.4	5.4	7.2
02:00	5	66	20	24	685	488	0.71	24.4	34.3	8.4	10.4
02:30	20	69	21	21	772	540	0.70	23.6	33.8	9.5	11.2
03:00	35	69	22	20	1044	659	0.63	18.9	29.9	12.8	15.1
03:30	50	62	21	19	969	638	0.66	19.0	28.9	11.9	15.6
04:00	65	74	23	20	1066	718	0.67	19.4	28.8	13.1	14.4
04:30	80	77	24	19	1186	767	0.65	18.3	28.2	14.5	15.4
05:00	95	81	27	20	1374	886	0.64	17.3	26.9	16.8	17.0
05:30	110	85	28	19	1494	961	0.64	16.8	26.1	18.3	17.6
06:00	125	90	32	20	1805	1172	0.65	16.4	25.3	22.1	20.1
06:30	140	91	37	22	1998	1340	0.67	17.2	25.6	24.5	22.0
07:00	155	96	39	21	1998	1391	0.70	18.0	25.8	24.5	20.8
07:30	170	93	42	21	2178	1548	0.71	17.8	25.0	26.7	23.4
08:00	180	100	45	22	2331	1699	0.73	18.1	24.8	28.6	23.3
08:30	200	107	50	24	2624	1917	0.73	17.9	24.6	32.2	24.5
08:43	215	112	51	22	2611	1888	0.72	18.2	24.4	32.8	23.7
09:30	230	111	53	24	2793	2109	0.76	17.9	23.7	34.2	25.2
10:00	240	122	63	26	3315	2507	0.76	17.8	23.5	40.6	27.2
10:30	255	125	63	25	3161	2500	0.79	19.0	24.0	38.7	25.3
11:00	270	127	67	25	3391	2697	0.80	18.7	23.5	41.6	26.7
11:30	285	133	72	26	3587	2924	0.81	19.2	23.6	44.0	27.0
12:00	300	137	82	29	3947	3298	0.84	19.7	23.6	48.4	28.8
12:30	315	144	83	29	3828	3324	0.87	20.6	23.7	46.9	26.6
13:00	330	146	95	35	4348	3790	0.87	20.7	23.7	53.3	29.8
13:30	345	150	103	36	4556	4045	0.89	21.5	24.2	55.8	30.4
14:00	360	155	112	35	4542	4214	0.93	23.7	25.5	55.7	29.3
14:30	375	160	112	36	4678	4312	0.92	22.9	24.9	57.3	29.2
15:00	390	162	122	38	5007	4729	0.94	23.3	24.6	61.4	30.9
15:26	20	169	131	40	5282	5147	0.97	23.7	24.3	64.7	31.3
15:30	20	166	101	33	3852	3817	0.99	25.1	25.4	47.2	23.2
16:00	20	157	101	34	3857	3956	1.03	24.9	24.2	47.3	24.6
16:30	20	144	86	30	2556	3289	1.29	32.1	25.0	31.3	17.8
17:00	20	134	68	28	1622	2248	1.39	39.6	28.6	19.9	12.1
17:30	20	121	58	27	1438	1800	1.25	37.5	30.0	17.6	11.9
18:00	20	111	52	27	1313	1534	1.17	36.9	31.6	16.1	11.8
18:30	20	106	48	26	1267	1397	1.10	35.0	31.8	15.5	11.9
19:00	20	93	41	23	1128	1189	1.05	33.9	32.2	13.8	12.1
19:30	20	94	36	22	967	982	1.01	33.6	33.2	11.9	10.3

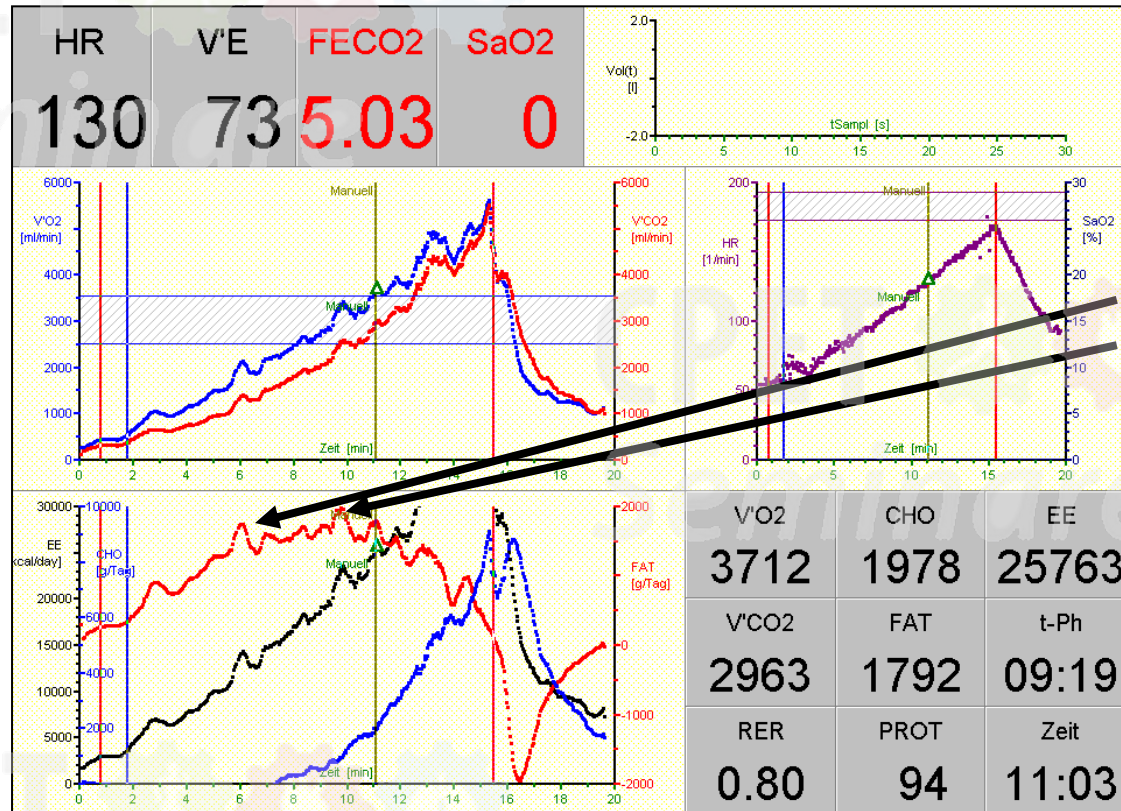
# Trainingszonen aus der Spiroergometrie A.R.



Regenerationsbereich:  
 Bis HR 90/min  
 Bis 140 Watt

GA1-Bereich:  
 50% VO<sub>2</sub>peak – VT1  
 HR 111 – 131  
 230-270 Watt

# Trainingszonen aus der Spiroergometrie A.R.



Regenerationsbereich:  
 Bis HR 90/min  
 Bis 140 Watt

Fettverbrennungsbereich:  
 HR 90-120/min  
 140-240 Watt

GA1-Bereich:  
 50%  $v_{O2peak}$  – VT1  
 HR 111 – 131/min  
 230-270 Watt

# Trainingszonen aus der Spiroergometrie A.R.

## Belastung

Zusammenfassung	Ruhe	AT Manuell	RCP	MaxVO2	Max Watt	Soll	Max W %Soll
Atemzugmittelung 8 Atemzüge							
Zeit	min	00:45	10:59	13:06	15:15		
Leistung	W	0	270	335	400	219	183
Geschwindigkeit	km/h	0.0	0.0	0.0	0.0		
Steigung	%	0.0	0.0	0.0	0.0		

## Ventilation

Zusammenfassung	Ruhe	AT Manuell	RCP	MaxVO2	Max Watt	Soll	MaxVO2 %Soll	Erhol 180 sec
Atemzugmittelung 8 Atemzüge								
V'E	L/min	13	74	99	140	140	148*	95*
VTex	L	0.857	2.701	2.835	3.176	3.176		1.896
BF	l/min	16	27	35	44	44	42	106
BR	%	91	50	33	5	5	28	18
Watt	W	0	270	335	400	400	219	183
V'O2	ml/min	450	3810	4444	5711	5711	2876	199
VO2/kg	ml/min/kg	5.5	46.7	54.5	70.0	70.0	35.2	199
V'CO2	ml/min	326	3012	3922	5598	5598		1217
EqCO2		34.7	23.4	24.2	24.0	24.0		32.5
EqO2		25.2	18.5	21.3	23.5	23.5		34.9
RER		0.72	0.79	0.88	0.98	0.98		1.07

## Herz / Kreislauf

Zusammenfassung	Ruhe	AT Manuell	RCP	Max Watt	Soll	MaxVO2 %Soll	Erhol 180 sec
Atemzugmittelung 8 Atemzüge							
HR	1/min	53	131	150	169	169	95

Regenerationsbereich:

Bis HR 90/min

Bis 140 Watt

Fettverbrennungsbereich:

HR 90-120/min

140-240 Watt

GA1-Bereich:

50% VO<sub>2</sub>peak – VT1

HR 111 – 131/min

230-270 Watt

GA2-Bereich:

VT1 bis VT2

HR 132-150

270-335 Watt

# Tabellen mit Trainingsbereichen

Individuelle Trainingsintensitätsbereiche:

Kürzel	Trainingsbereich	Herzfrequenz Min <sup>-1</sup> <small>Laufbelastung</small>	Laufgeschwindigkeiten	Trainingsziel
KB/Rekomb	Regenerations-/ Kompensations- bereich	Bis 120	10,0 km/h, = 6:00 min:sek/km	Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit nach Belastungen oder als Vorbereitung für kommende Belastungen deutlich unterhalb der aeroben Schwelle.
Fettmax	Optimaler Fettverbren- nungsbereich	125-140	12,8 km/h, 4:41 min:sek/km	Trainingszone, in der die Energiebereitstellung überwiegend durch Fettverbrennung erfolgt.
GA1	Grundlagen- ausdauer 1	133-148	14,2 km/h, = 4:14 min:sek/km	Verbesserung der aeroben Leistungsfähigkeit (eine Belastung sehr lange durchzuhalten). Die Energie zur Muskel- kontraktion kommt überwiegend aus dem aeroben Bereich.
GA2	Grundlagen- ausdauer 2	148-164	18,4 km/h, = 3:16 min:sek/km	Steigerung der aeroben Leistungsfähigkeit (Ver- besserung der Belastung intensität, die lange durchgehalten werden kann. Training in diesem Bereich als Intervalltraining oder bei kürzeren Trainings- einheiten.
	Entwicklungs- bereich	Über 164	Über 18,4 km/h, unter 3:16 min:sek/km	Verbesserung der anaeroben Leistungs- fähigkeit. Die Belastungen liegen deutlich oberhalb der aerob/anaeroben Schwelle liegen. Ziel ist eine Verbesserung der maximalen Leistungsfähigkeit

Individuelle Trainingsintensitätsbereiche:

Kürzel	Trainingsbereich	Herzfrequenz Min <sup>-1</sup> <small>Laufbelastung</small>	Herzfrequenz Min <sup>-1</sup> <small>Fahrradbelastung</small>	Leistung [Watt]	Trainingsziel
KB/Rekomb	Regenerations-/ Kompensations- bereich	Bis 110	Bis 100	Bis 115	Wiederherstellung der Leistungsfähigkeit nach Belastungen oder als Vorbereitung für kommende Belastungen deutlich unterhalb der aeroben Schwelle.
Fettmax	Optimaler Fettverbren- nungsbereich	110-130	100-120	115-160	Trainingszone, in der die Energiebereitstellung überwiegend durch Fettverbrennung erfolgt.
GA1	Grundlagen- ausdauer 1	130-144	120-134	160-205	Verbesserung der aeroben Leistungsfähigkeit (eine Belastung sehr lange durchzuhalten). Die Energie zur Muskel- kontraktion kommt überwiegend aus dem aeroben Bereich.
GA2	Grundlagen- ausdauer 2	144-163	134-153	205-275	Steigerung der aeroben Leistungsfähigkeit (Ver- besserung der Belastungs- intensität, die lange durchgehalten werden kann. Training in diesem Bereich als Intervalltraining oder bei kürzeren Trainings- einheiten.
	Entwicklungs- bereich	Über 163	Über 153	Über 275	Verbesserung der anaeroben Leistungs- fähigkeit. Die Belastungen liegen deutlich oberhalb der aerob/anaeroben Schwelle liegen. Ziel ist eine Verbesserung der maximalen Leistungsfähigkeit

# Umsetzung der Trainingsintensitätsbereiche

Übertragung der Intensitätsbereiche auf verschiedene Trainingsdistanzen:

Trainingsbereiche für spezifische Läufe	Trainingsbereiche 5-Zonenmodell
DL reg	Rekomb
DL I lang (> 18 km)	Fettverbrennung
DL mittel (12-18 km)	Unterer Bereich GA 1
DL I kurz (8 – 12 km)	Oberer Bereich GA 1
DL II 4-12 km)	Unterer Bereich GA2
TDL (6-8 km)	Oberer Bereich GA2
Tempo ext (1-3 km)	Oberer Bereich GA 2 oder darüber
Tempo <u>int</u> (0,4 – 1 km)	Über GA 2



# Indikationen zur Spiroergometrie in der Sportmedizin

---

## Vorsorgeuntersuchung – Ausdauerleistungsdiagnostik

- Beurteilung der Sportfähigkeit
  - Beurteilung der Leistungsfähigkeit
  - Beurteilung der Belastbarkeit
  - Abklärung leistungslimitierender Faktoren
- Trainingssteuerung
  - maximale Belastbarkeit
  - submaximale Trainingsintensitätsbereiche
  - Fettverbrennung
  - optimale Trainingssteuerung im Rahmen
  - strukturierter Trainingspläne
  - Wettkampfernährung
- Verlaufskontrollen
  - Leistungsfähigkeit
  - Trainingsentwicklung
  - Anpassung der Trainingsintensitäten

Ergometrie		Laktatleistungstest		Spiroergometrie	
Vorteile	Nachteile	Vorteile	Nachteile	Vorteile	Nachteile
Verfügbarkeit	nur eingeschränkte Trainingsempfehlungen möglich	sportartspezifisch einsetzbar	erfordert Übung der HelferIn	bedingt sportartspezifisch einsetzbar	Verfügbarkeit
keine bis geringe Mehrkosten	wenig sportartspezifisch einsetzbar	auf vorhandenem Ergometer durchführbar	zusätzliche laufende Kosten	Goldstandard kardiopulmonale Leistungsfähigkeit	zusätzliche Gerätekosten
Personal ist geschult		gute Vorhersage für Wettkampf und Leistungsentwicklung	Geräte und Softwarekosten	differentialdiagnostische Aussagekraft	spezielle Kenntnisse erforderlich
			Verfügbarkeit	Bestimmung Kalorienumsatz	Personal muss geschult werden
			steuerlich „gefährlich“	Wirkungsgrad messbar	Zeitaufwand
			Zeitaufwand		