

3. Ski Austria Symposium | Salzburg | 27.05.2025

Intensität im Ausdauertraining – Zielgruppenspezifisch steuern

Billy Sperlich

Lehrstuhl für Integrative und Experimentelle Trainings- und Bewegungswissenschaft
Julius-Maximilians-Universität Würzburg

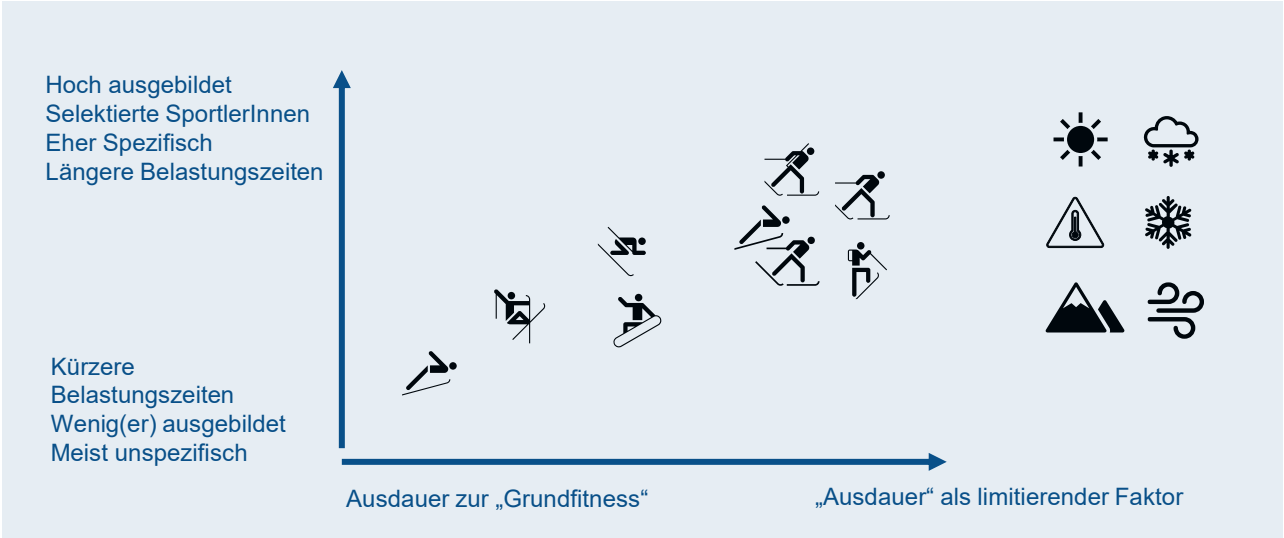


PDF: [Link in Bio](#)
 /sportsandscience



2

Sportartenspektrum



3

Inhalt heute

1	Warm-up: Nützliche Infos für Trainingsableitungen
2	Definitionsmöglichkeiten „Intensität“
3	Grundlagenausdauer, Zone 2, MICE, LIT
4	(Hoch-) Intensives Intervalltraining
5	Praxisbeispiele
6	Überlegungen und gruppenspezifische Lösungen

Vergleiche zwischen Ausdauersportarten



Körpergewicht – „sitzend“/„stehend“/„getragen“
Hauptsächlich **konzentrische Muskelkontraktion**

Belastung der Antriebsmuskulatur:
Im Bereich von **mehreren Kilotonnen/Woche**

=> TE/Wo: **↑↑↑**



Körpergewicht – „tragend“
Konzentrisch/Exzentrische Muskelkontraktion

Belastung der Antriebsmuskulatur:
Mehrere Megatonnen/Woche

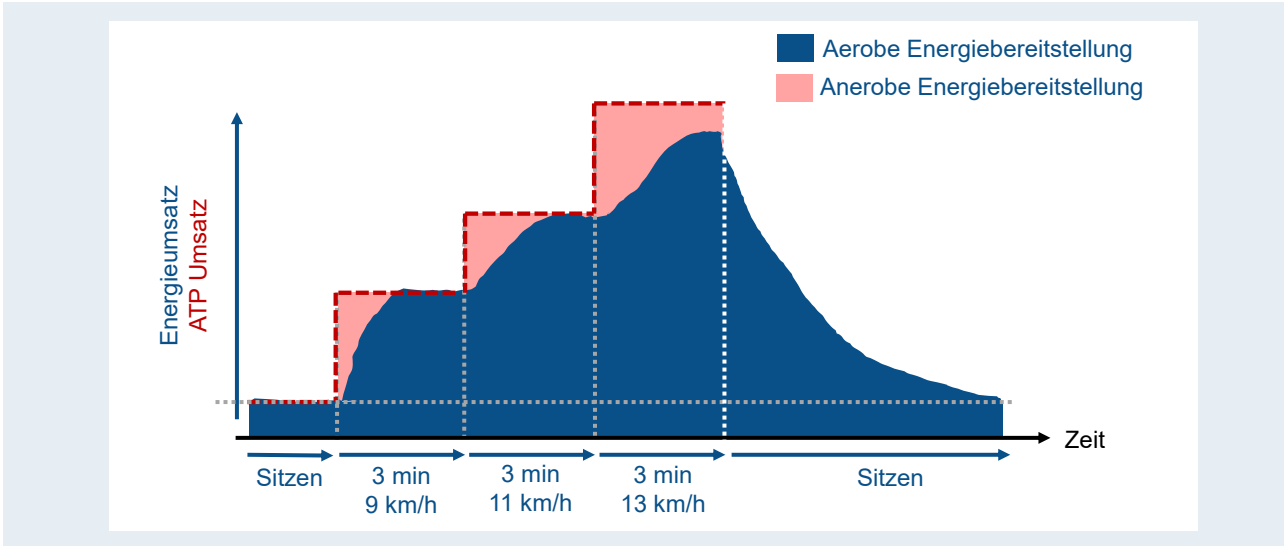
=> TE/Wo: **↑↑**

Ausdauersportarten/-disziplinen unterscheiden sich

- in der Art der Muskelkontraktion
- im spezifischen, semispezifischen und unspezifischen Trainingsvolumen

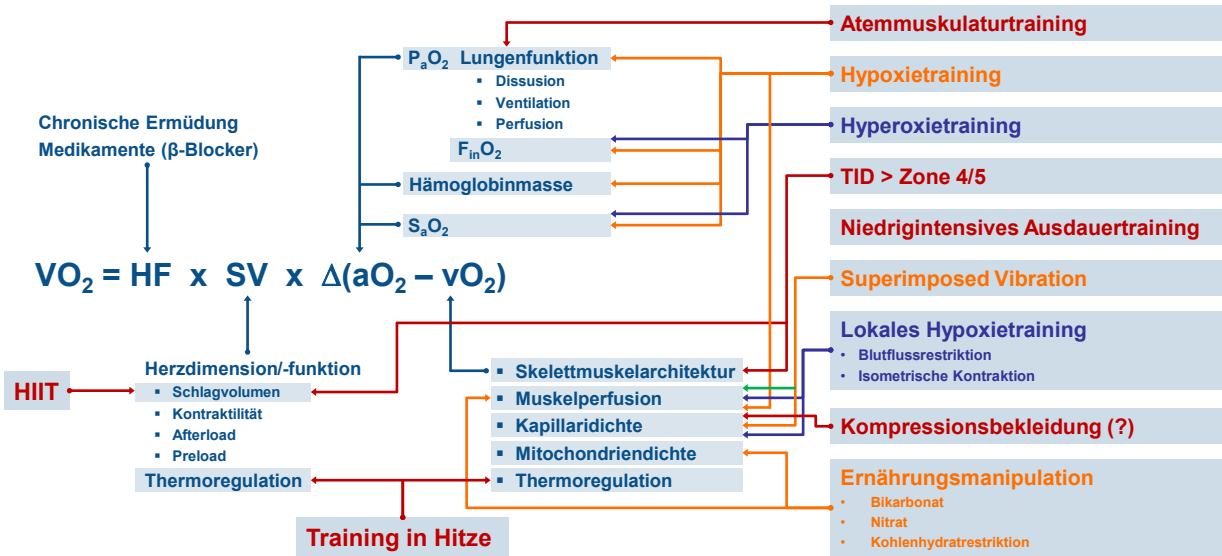
Intensitäts-/Umfang-/Frequenzvorgaben müssen unterschiedlich sein
=> Vorsicht beim Sportartenvergleich!

(An)aerobe Energiebereitstellung bei stufenförmiger Belastung



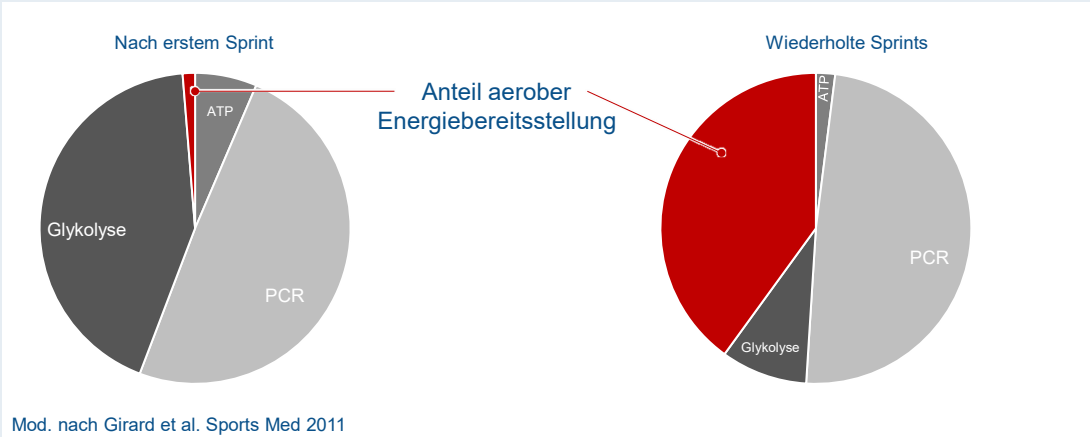
6

Indikator für aerobe Kapazität: VO_{2max}

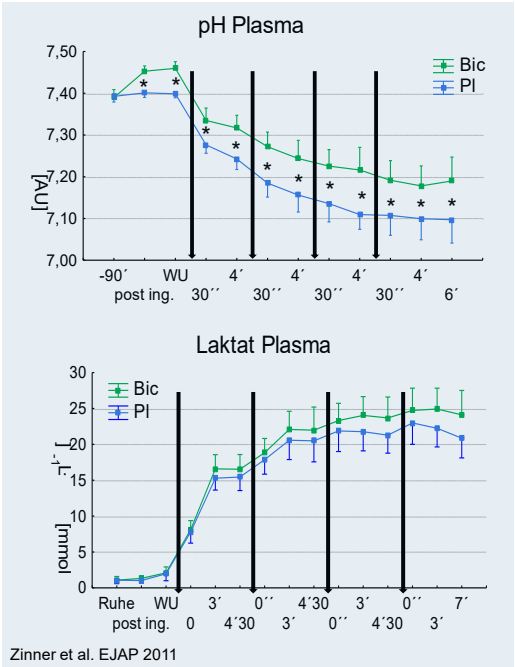


7

Energiebereitstellung bei wiederholter Hochbelastung



„Problem“ des anaeroben Stoffwechsels



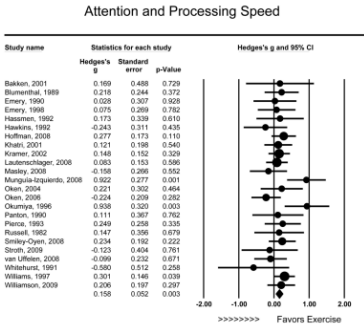
Ausdauertrainierte...

...regenerieren Schneller nach und zwischen (Hoch)belastung

Parameter	Untrainiert	Ausdauertrainiert
Laktatanstieg	Höher	Geringer
pH-Abfall	Stärker	Weniger stark
Pufferkapazität	Ähnlich	Ähnlich
Erholung	Langsamer	Schneller
Ionenaustausch	Weniger effizient	Effizienter

Putman et al. J Physiol 2003
Medbø, Sejersted Acta Physiol Scand 1985
Messonnier et al J Appl Physiol 2013

...haben höhere Aufmerksamkeit, Informationsverarbeitung und Resilienz.



Smith et al Psychosom Med 2010
Neumann et al. Eur Arch Psychiatry Clin Neurosci. 2021

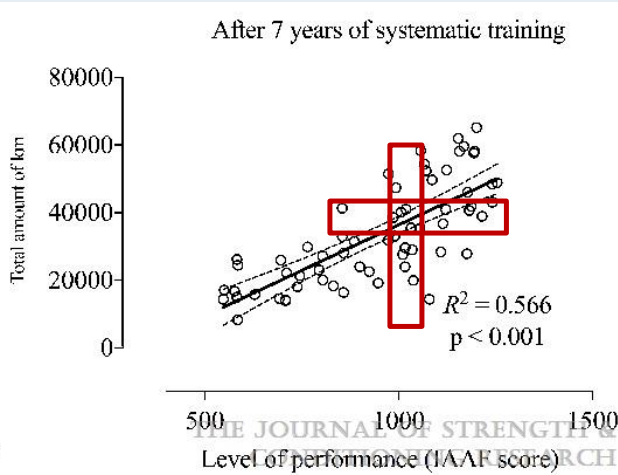
Volumen: Viel hilft viel...

Original Research | Journal of Strength and Conditioning Research

World-Class Long-Distance Running Performances Are Best Predicted by Volume of Easy Runs and Deliberate Practice of Short-Interval and Tempo Runs

Arturo Casado,¹ Brian Hanley,² Jordan Santos-Concejo,³ and Luis M. Ruiz-Pérez⁴

¹Faculty of Health Sciences, Isabel I University, Burgos, Spain; ²Carnegie School of Sports, Leeds Beckett University, Leeds, United Kingdom; ³Department of Physical Education and Sport, University of the Basque Country UPV/EHU, Victoria-Gasteiz, Spain; and ⁴Department of Social Sciences of Physical Activity and Sports, Polytechnic University of Madrid UPM, Madrid, Spain



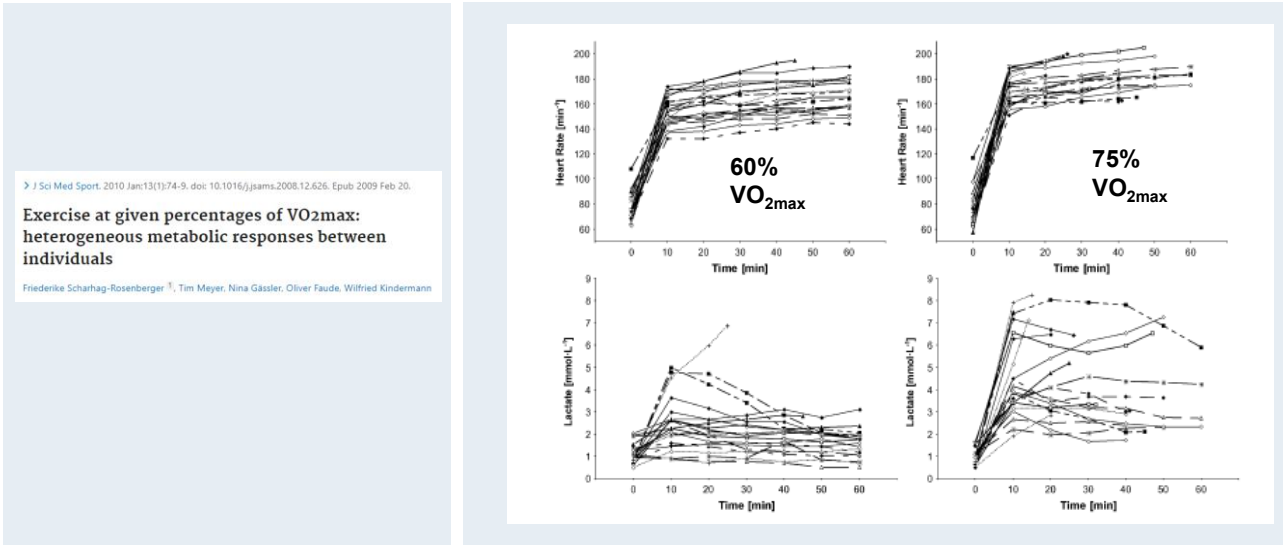
Zeit im Leistungssport

Endurance sport	Discipline	Annual training time [h]	Specific: non-specific volume	Annual volume [km]
Running ♂♀	Marathon Track	500 – 700 450 - 600		
Cycling	Street Indoor	900 - 1000		29.000-35.000 km
Swimming ♂	Open Water Indoor	909 ± 80		3.774 ± 355 km
Swimming ♀	Open Water Indoor	830 ± 38		3.459 ± 141 km
Triathlon ♂♂	Total	750 - 1050		
	Swim Bike Run	427 230		1230 km
Cross-country skiing ♂♀		750 - 950	685 – 850 : 75 – 100 (90%-10%)	
Cross-country skiing ♂		861 ± 90	94%:6%	
Cross-country skiing ♀		937 ± 25	92%:8%	
Kayaking ♂♀		600 – 750*	475-630: 110-125 (80-85%:15-20%)*	4.415 ± 374 km ⁵
Rowing ♂♀		825	61%:39%	6091 km
Ice Speed Skating		1000		

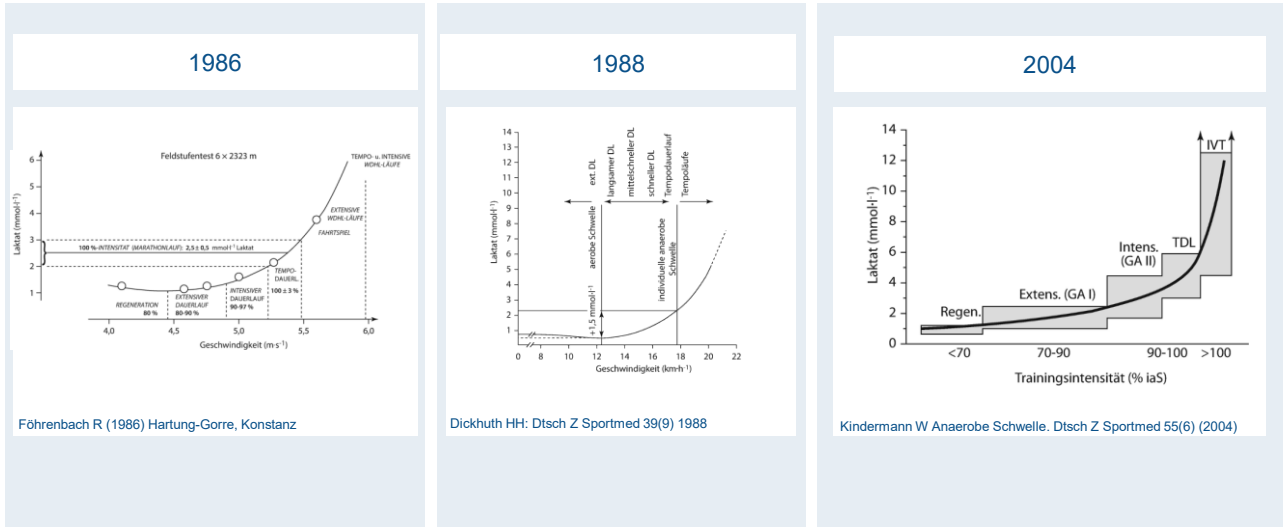


Definition Intensität

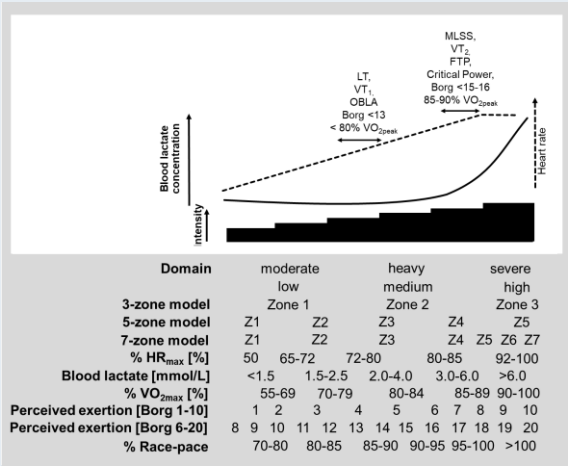
„Exercise intensity was defined individually...“



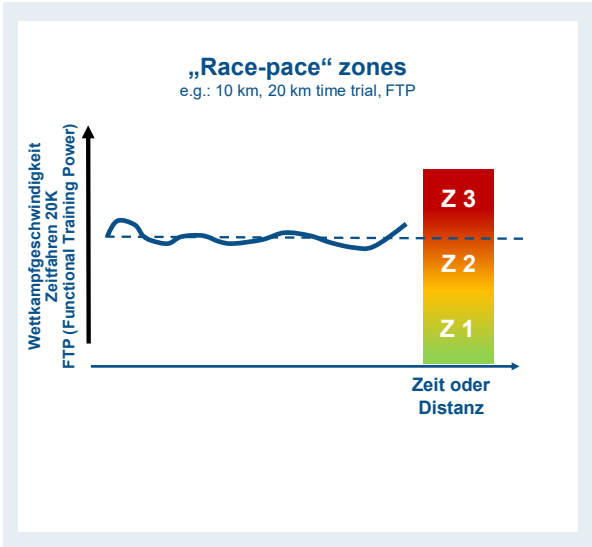
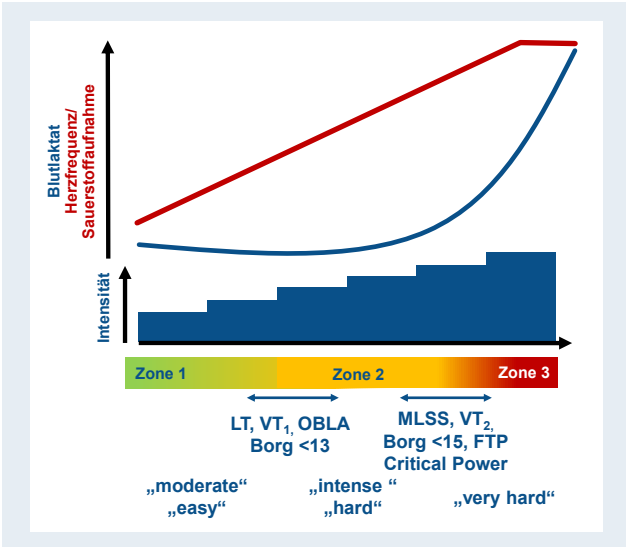
Intensität, Zuordnungen & Zonenbezeichnungen ausgehend von Blutlaktatkonzentration



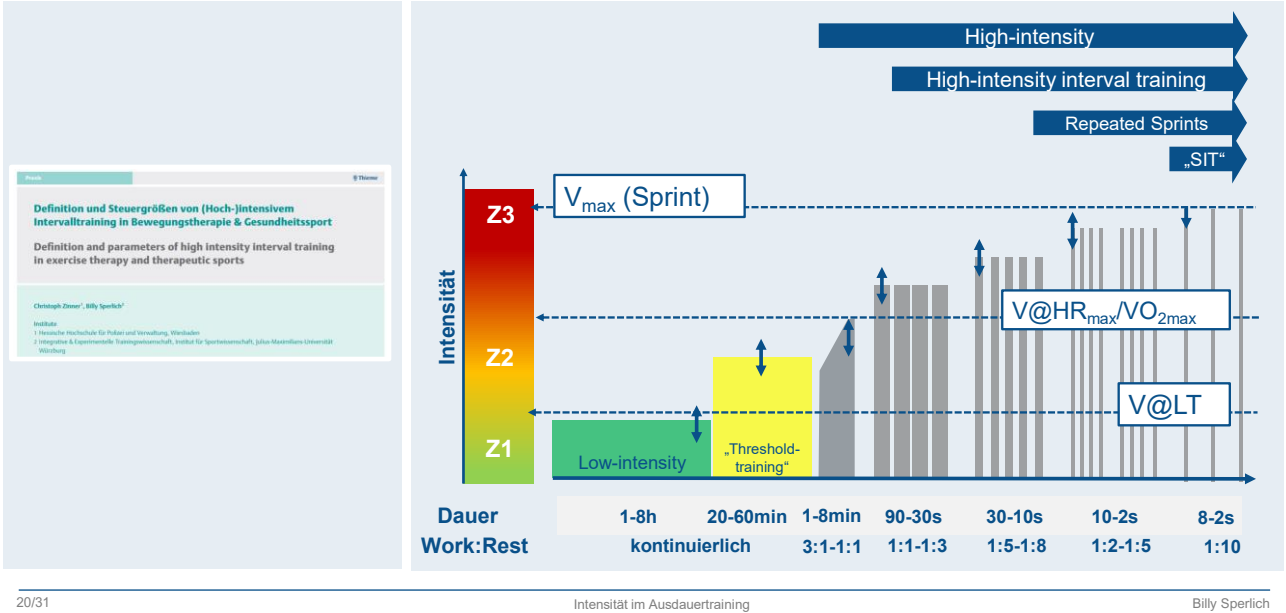
Ausdauer - Intensitätsspektrum



Einfaches Modell

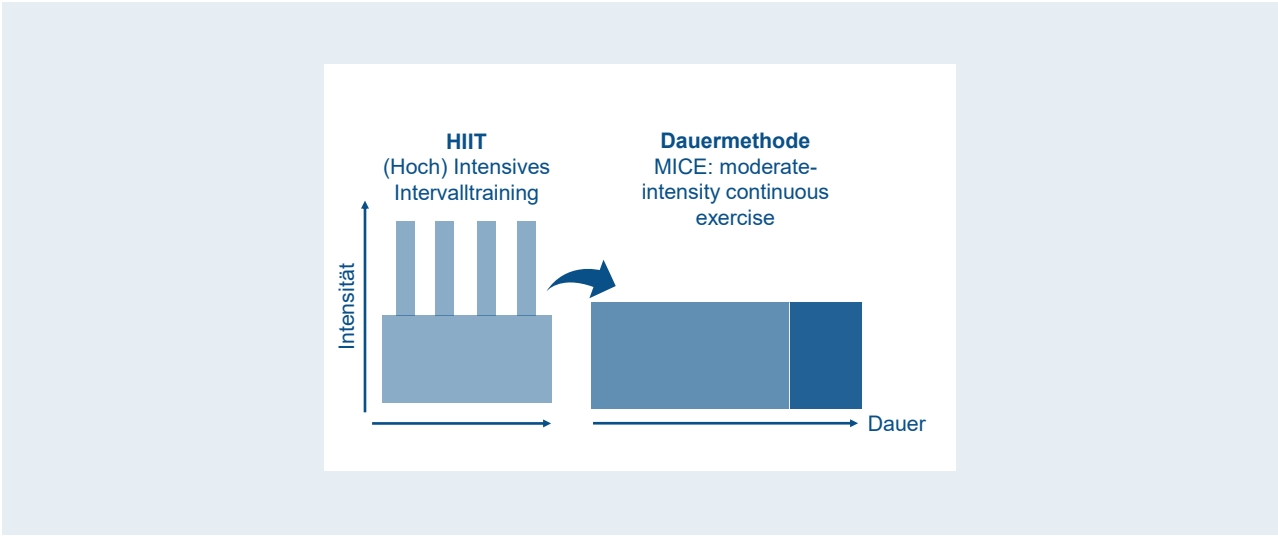


Intensitätsspektrum

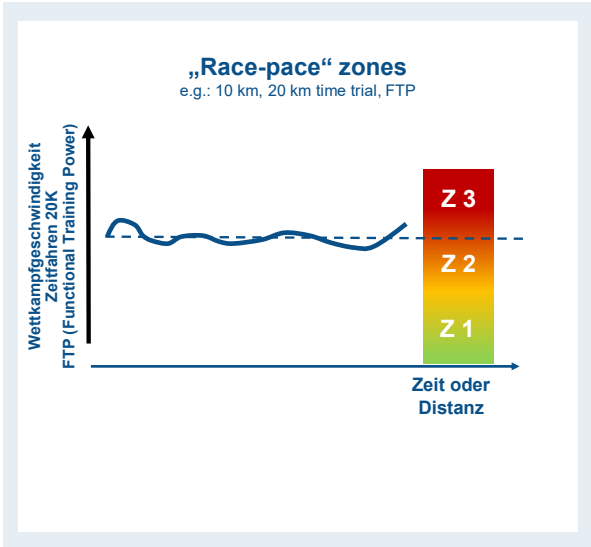
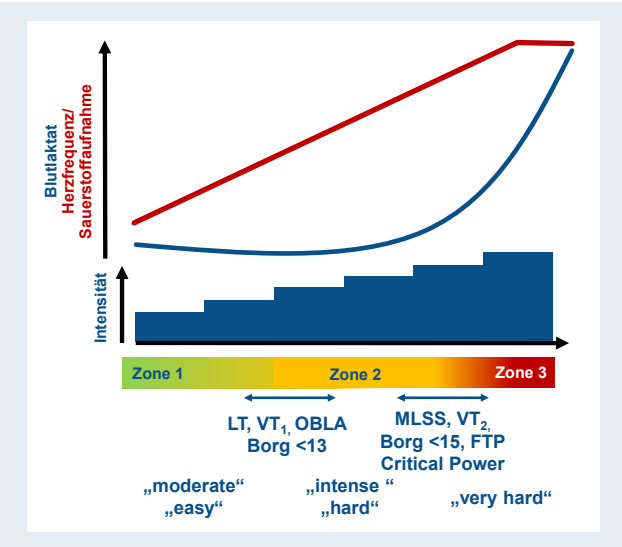


Grundlagenausdauer (GA1)
Zone 2
Moderate-continuous exercise (MICE)
LIT Low-intensity training

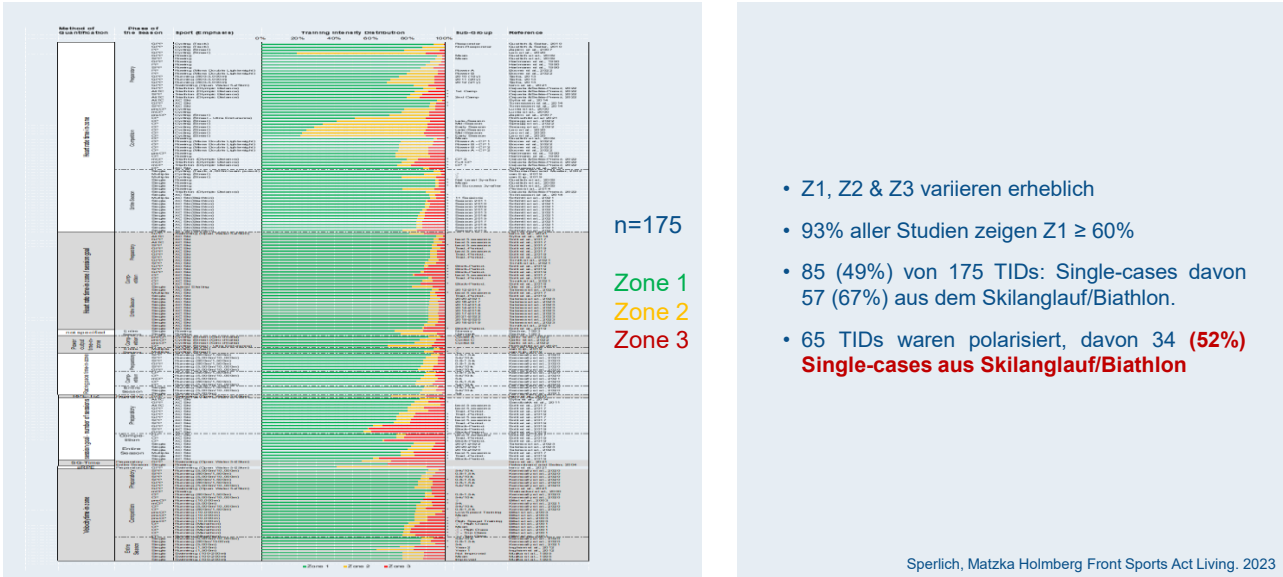
Zwei konträre Trainingsmethoden – HIIT vs Grundlagenausdauer



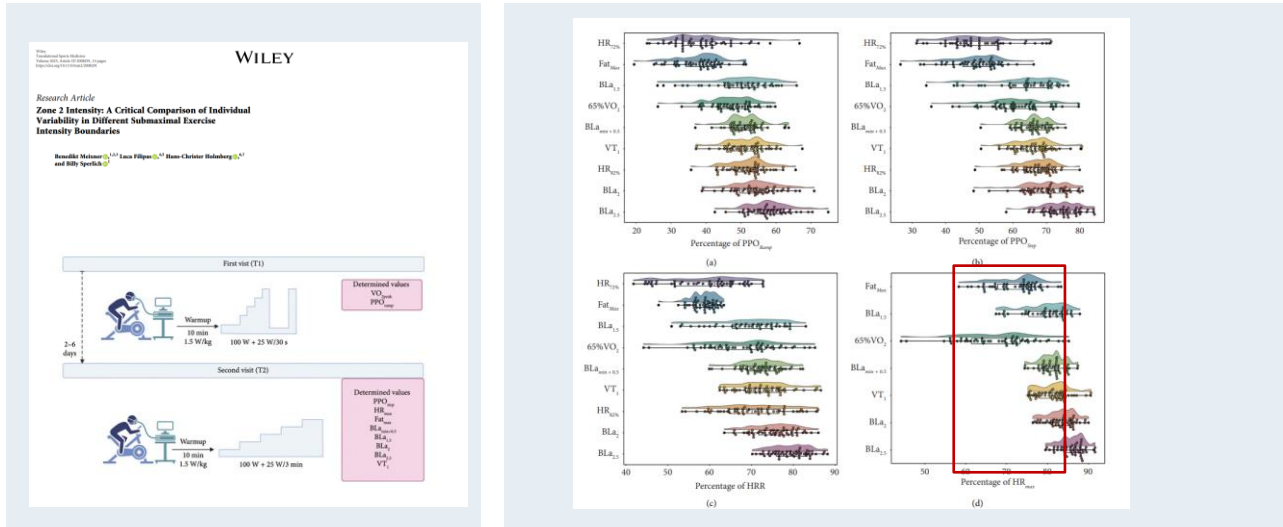
Einfaches Modell



Trainingsintensitätsverteilung Leistungssport – Update 2023



Intensität Zone 2/5



(Hoch-)intensives Intervalltraining

26/31

Intensität im Ausdauertraining

Billy Sperlich

26

Lehrbuchmeinung

WEINECK 2007 S.247:
“**[...], dass bei zu häufigem intensivem Training die Leistungskapazität der Mitochondrien beeinträchtigt wird. Es kommt zur allmählichen Strukturzerstörung und schließlich zu einer Abnahme ihrer Zahl, was eine Verringerung der aeroben Arbeitskapazität zur Folge hat.**”



?

J Appl Physiol 100: 1436–1441, 2008.
First published February 21, 2008; doi:10.1152/jappphysiol.01135.2007.

Training at high exercise intensity promotes qualitative adaptations of mitochondrial function in human skeletal muscle

Frédéric N. Damsin,^{1,2*} Joffrey Zoll,^{1,2*} Elodie Ponsot,^{1,2} Stéphane P. Dufour,^{1,2} Stéphane Doutreleau,^{1,2} Evelynne Lonsdorfer,^{1,2} Renée Ventura-Clapier,^{1,4} Bertrand Mettauer,^{1,2,5} François Piquard,^{1,2} Bernard Gony,^{1,2} and Rudy Richard^{1,2}

¹Physiology and Functional Exploration Department, Centre Hospitalier Régional Universitaire de Strasbourg, Strasbourg; ²Physiology Department, Faculty of Medicine, University Louis Pasteur, Equipe d'Accueil 3072, Strasbourg; ³Institut National de la Santé et de la Recherche Médicale, U769, Châtenay-Malabry; ⁴University Paris-Sud, Châtenay-Malabry; and ⁵Cardiology Department, Civil Hospital, Colmar, France

→“[...] regular endurance training at high intensity promotes the enhancement of maximal mitochondrial capacities to oxidize carbohydrate rather than fatty acid and induce specific adaptations of the mitochondrial respiratory chain at the level of complex I”

27/31

Intensität im Ausdauertraining

Billy Sperlich

27

Ansicht 2016

Aus einer Fortbildungsreihe eines der größten Verbände in Deutschland

Warum kein anaerobes Training mit Kindern ?

- Führt zu einem hormonellen Distress
- Bei Kinder und Jugendlichen führt es zu Entwicklungsstörungen mit Lernschwierigkeiten und evtl. psychischem, emotionalem Fehlverhalten
- Reduziert die Trainierbarkeit, die Spielintelligenz (emotionale Intelligenz), Technik und Spielfreude

Kinder & anaerober Stoffwechsel



kurt1
New member

nicht "kein", sondern "kaum" bis "wenig"

wie gesagt, entwickelt sich die enzymkapazität der anaeroben glykolyse im lauf der jahre. kleinkinder sind praktisch nur aerob unterwegs. ich hab mal gewusst, ab wann die anaerobe glykolyse ihre volle kapazität erreicht, sovie ich mich erinnere, erst nach dem 12. lebensjahr (müsste nachsehen, irgendwo hab ich die quelle:winke 😊).

gruß, kurt

„Kinder können kein/kaum Laktat produzieren“

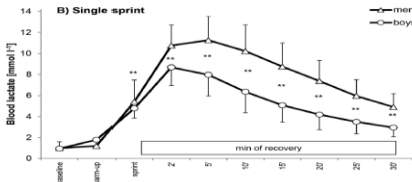


ARTICLE

The kinetics of blood lactate in boys during and following a single and repeated all-out sprints of cycling are different than in men

Florian Arad Engel, Billy Sperlich, Christian Stockinger, Sascha Härtel, Klaus Rös, and Hans-Christoph Hollnberg

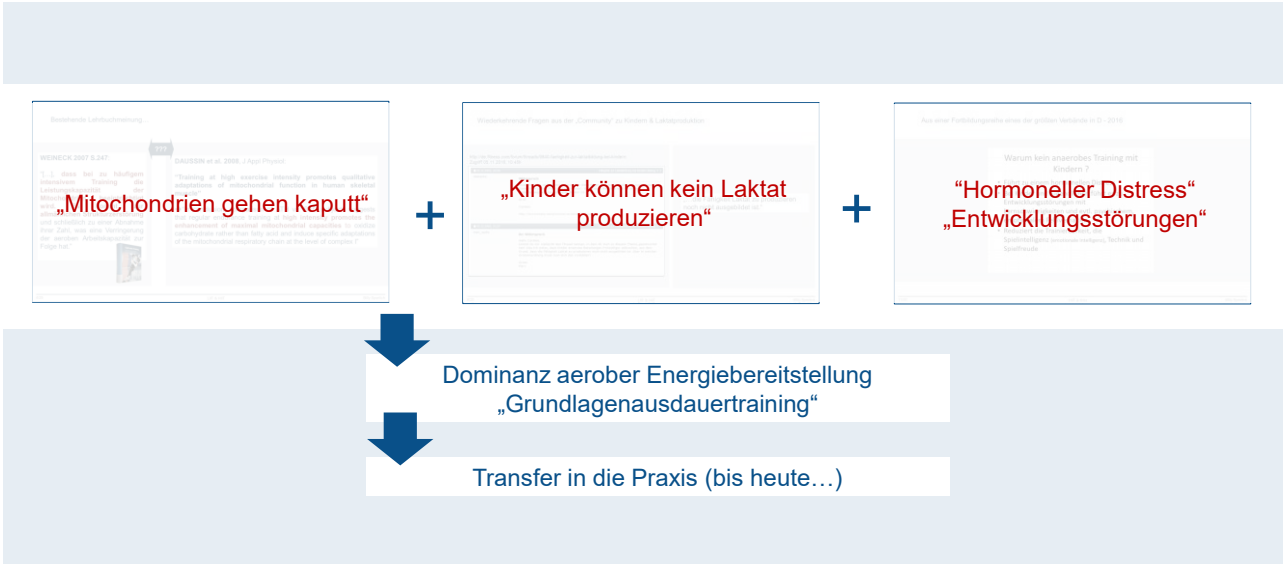
B) Single sprint



min of recovery	men (mmol/L)	boys (mmol/L)
baseline	~1	~1
15	~11.5	~8.5
30	~6.5	~4.5
45	~4.5	~3.5
60	~3.5	~2.5
75	~2.5	~2.0
90	~2.0	~1.5
105	~1.5	~1.0

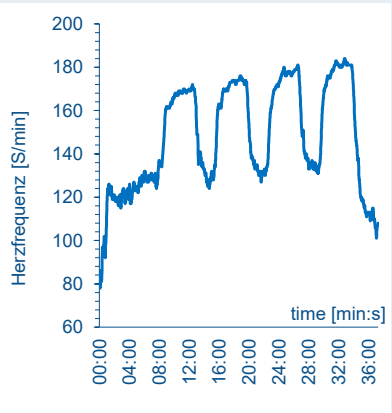
Boys show "[...] more rapid release and elimination of blood lactate during the single 30-s sprint and faster elimination of lactate following the four 30-s sprints" compared to adults.

Konsequenz für Ausdauertraining

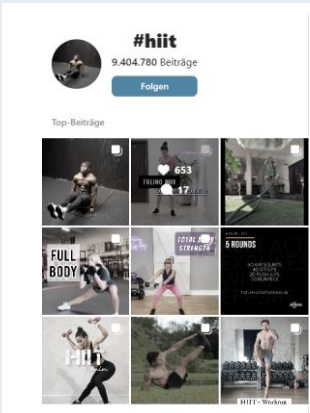


„H“ in HIIT: HIIT ≠ HIIT ≠ HIT

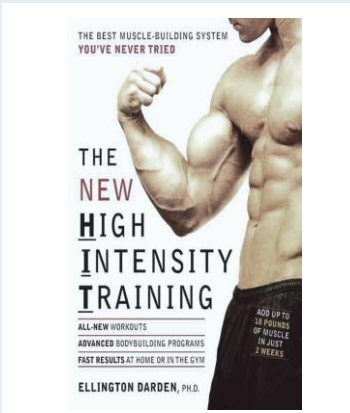
Klassische Trainingsmethode
Leichtathletik, Schwimmen, Radfahren, etc.



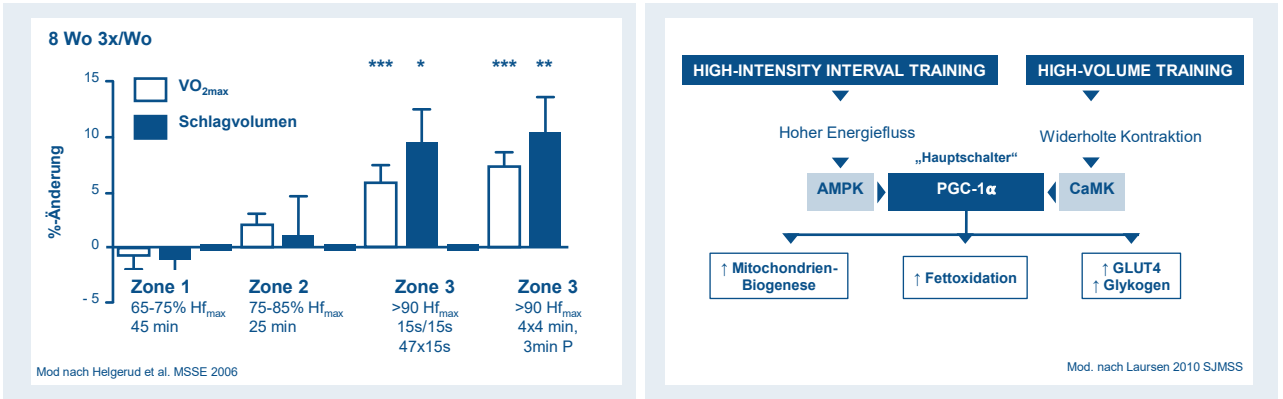
Häufig: „Irre“/undefinierter Mix:
Kraft/Ausdauer/Wiederholte Sprints
Zirkeltraining...



HIIT ≠ HIT



Wesentliche Anpassungen durch HIIT vs „Grundlagenausdauer“

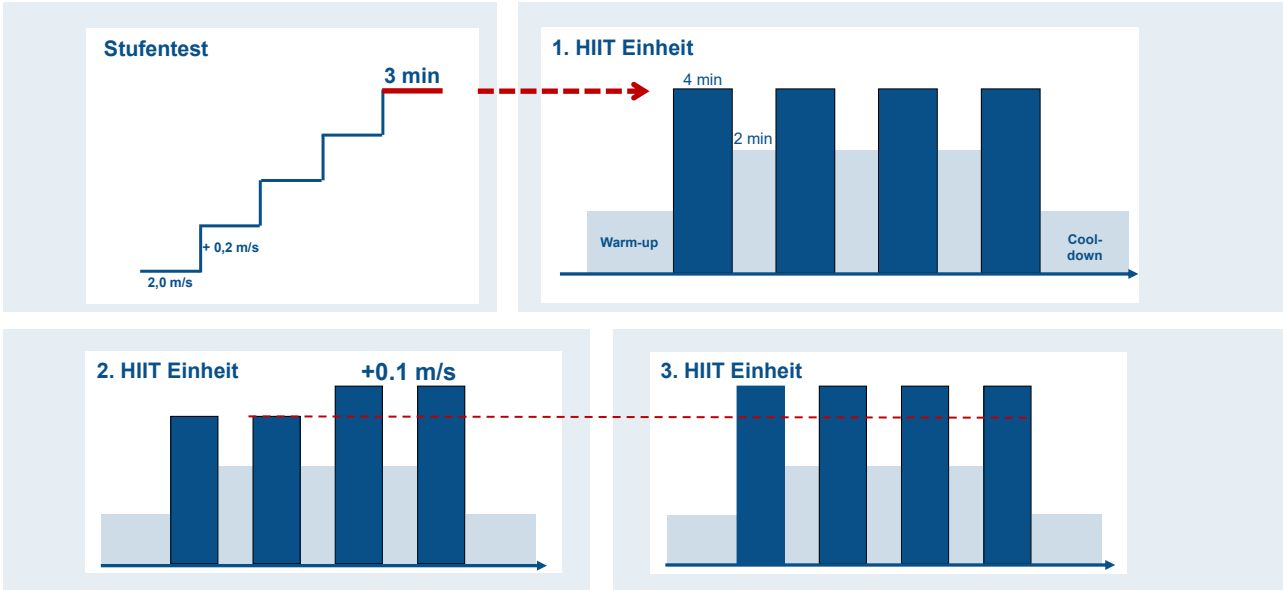


Fick'sche Gleichung: $VO_2 = HF \times SV \times \Delta(aO_2 - vO_2)$

Herzminutenvolumen (Q)
„Sauerstofftransport“

Arterio-venöse Sauerstoffdifferenz
„Sauerstoffverwertung“

Am meisten/besten untersucht: 4 x 4-min HIIT

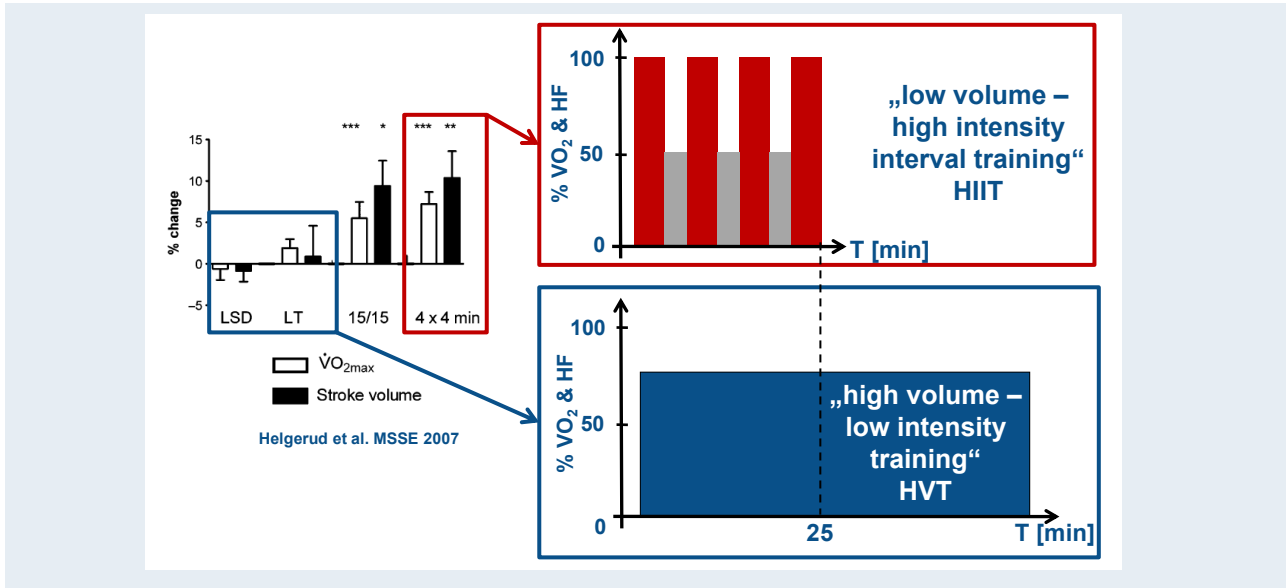


Praxisbeispiel Nachwuchssport HIIT

Fußball
Schwimmen

34

Grundidee Studie 1 & 2



35

Effekte von HIIT im Kinder & Jugendtraining – Zwei Beispiele

Eur J Appl Physiol (2010) 110:1029–1036
DOI 10.1007/s00421-010-1586-4

ORIGINAL ARTICLE

High-intensity interval training improves VO_{2peak} , maximal lactate accumulation, time trial and competition performance in 9–11-year-old swimmers

Billy Sperlich · Christoph Zinner · Ilka Heilemann · Per-Ludvik Kjendlie · Hans-Christer Holmberg · Joachim Mester

EFFECTS OF 5 WEEKS OF HIGH-INTENSITY INTERVAL TRAINING VS. VOLUME TRAINING IN 14-YEAR-OLD SOCCER PLAYERS

BILLY SPERLICH,¹ MARKUS DE MAREES,¹ KARSTEN KOEHLER,^{2,3} JOHN LINVILLE,⁴ HANS-CHRISTER HOLMBERG,⁵ AND JOACHIM MESTER^{1,2}

¹Institute of Training Science and Sport Informatics, German Sport University Cologne, Germany; ²German Research Center of Elite Sport, Cologne, Germany; ³Institute of Biochemistry, German Sport University Cologne, Germany; ⁴University of Nebraska at Omaha, Omaha, Nebraska; and ⁵Swedish Winter Sports Research Center, Department of Health Sciences, Mid Sweden University, Östersund, Sweden

Journal of Strength and Conditioning Research
© 2011 National Strength and Conditioning Association

HIIT
[60min]

Warm-Up

Technik

HIIT

HVT
[90min]

Warm-Up

Technik

HVT

Gruppen



	HIIT [n=14]	HVT [n=13]
Alter [Jahre]	10.7 ± 1.4	10.4 ± 1.3
Größe [cm]	155.6 ± 6.3	156.2 ± 8.6
Gewicht [kg]	40.9 ± 6.4	47.8 ± 10.3
Fettfreie Masse [kg]	31.2 ± 4.4	34.6 ± 6.3
100m-BZ	1:22.8 ± 10.7	1:22.7 ± 13.0

	HIIT [n=10]	HVT [n=9]
Alter [Jahre]	13.5 ± 0.6	13.4 ± 0.8
Größe [cm]	155.6 ± 6.3	156.2 ± 8.6
Gewicht [kg]	40.9 ± 6.4	47.8 ± 10.3
Fettfreie Masse [kg]	31.2 ± 4.4	34.6 ± 6.3
1000m-Zeit	3:54.5 ± 12.1	3:55.4 ± 12.8

Training im Schwimmen

HIIT [60min]	Warm-Up	50m	Technik	HIIT	Cool-Down
HVT [90min]	Warm-Up	50m	Technik	HVT	Cool-Down

Strecke	50m	100m	200m	300m	400m	800m	Σ
HIIT	57	57	15	3	-	-	27.3 km
HVT	-	89	62	53	19	4	59.6 km

Design und Training im Fußball

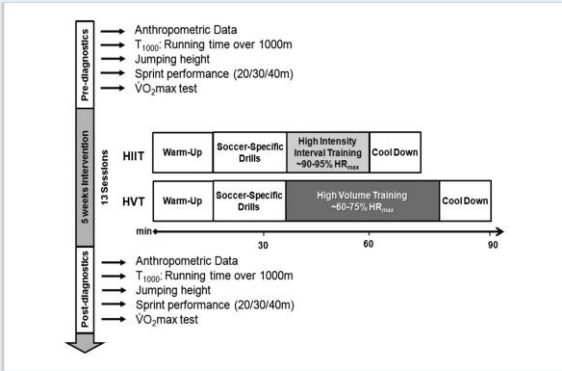


TABLE 1. Endurance training program and duration of each session for 5 weeks of HIIT and HVT.*

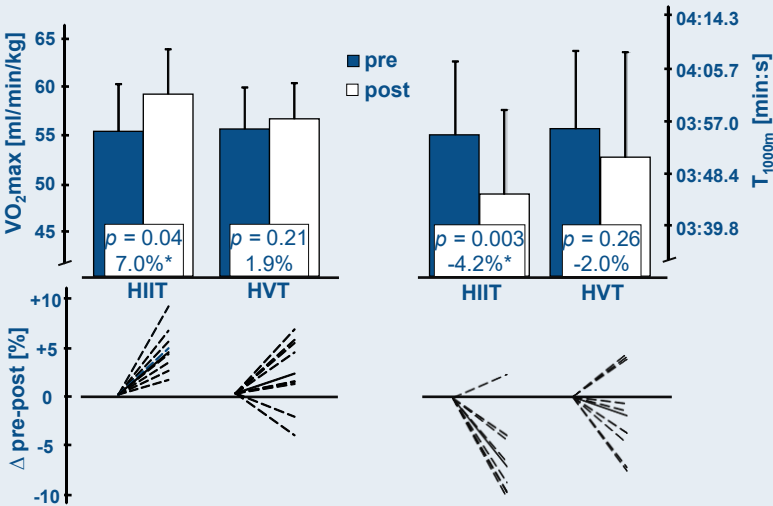
Session	HIIT	Total T (min)	HVT	Total T (min)
	Program		Program	
1	8 × 1-min + 1-min break, 6 × 1-min + 1-min break	29	6 × 6-min + 3-min break	51
2	4 × 4-min + 3-min break	29	4 × 12-min Fartlek + 2-min break	54
3	4 × 4-min + 3-min break	29	2 × 30-min Fartlek + 5-min break	65
4	12 × 30-s Sprint, 30-s break, 6 × 2-min + 2-min break	31	4 × 12-min Fartlek + 2-min break	54
5	4 × 4-min + 3-min break	29	3 × 15-min Fartlek + 3-min break	51
6	5 × 800-m + 140-s break	25	2 × 25-min Fartlek + 5-min break	55
7	10 × 400-m + 90-s break	30	Continuous run of 8.9 km	60
8	4,1,1,4,2,4-min + 2-min break	26	5 × 10-min Fartlek + 1-min break	55
9	15 × 200-m + 80-s break	29	2 × 20-min Fartlek + 3-min break	69
10	12 × 30-s sprint, 30-s break, 6 × 2-min + 2-min break	31	3 × 15-min Fartlek + 3-min break	51
11	4 × 4-min + 3-min break	29	Continuous run of 8.9 km	60
12	4 × 4-min + 3-min break	29	2 × 30-min Fartlek + 5-min break	65
13	4 × 4-min + 3-min break	29	2 × 25-min Fartlek + 5-min break	55
Mean ± SD		28.8 ± 1.7		57.3 ± 5.9

*HIIT = high intensity interval training; HVT = high volume training.

Ergebnisse: Schwimmen

Phase	A		B	
	HIIT	HVT	HIIT	HVT
2000m [s]	-21.0	-13.8	-11.9	-10.5
100m [s]	-2.7*	-1.0	-0.8	-0.1
Max. Lac-Bildungsrate [%]	+21.0*	-7.2	+8.2	-17.9
VO ₂ max [ml/min/kg]	+4.5 (11%)*	+3.8 (9%)*	+5.6 (14%)*	+5.6 (11%)*
LEN-Punkte	+26.5 (11%)*	+8.9 (3%)	+41.1 (17%)*	+16.0 (7%)*

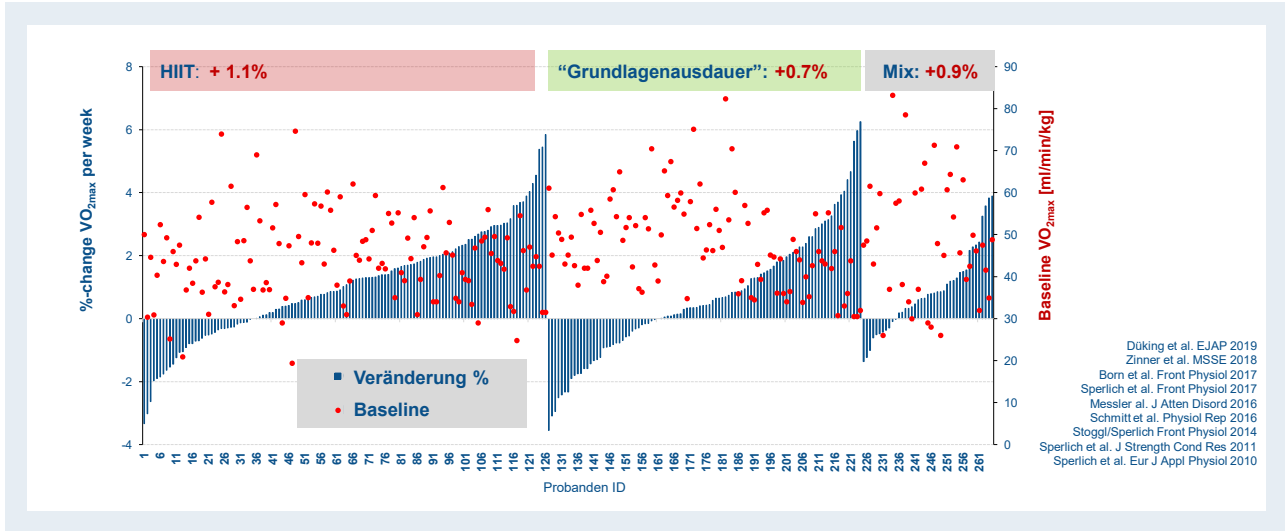
Ergebnisse - Fußball



Lösungen & Empfehlungen

42

Pre-post VO_{2max} (3-9 Wochen; 2-5 TE/Woche, n=265)



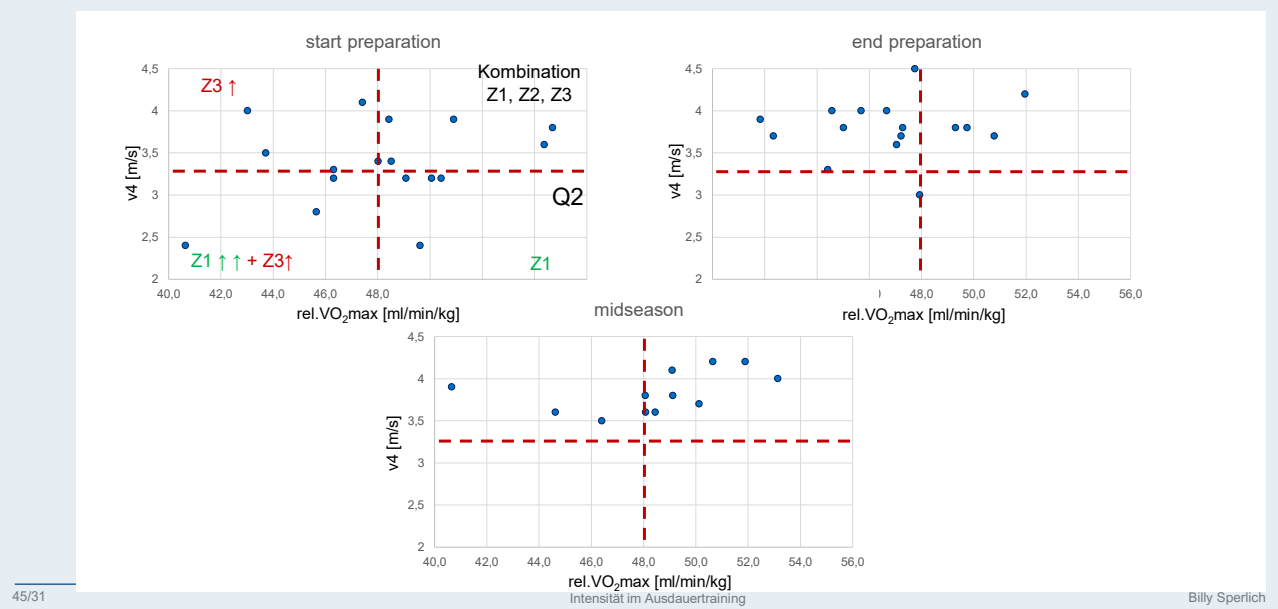
43

Intensitätsspektrum & Anpassung



44

EINE Lösung: „Typologisierung“



45

HIIT Spektrum

Prose

© Thomas

Definition und Steuergrößen von (Hoch-)intensivem Intervalltraining in Bewegungstherapie & Gesundheitssport

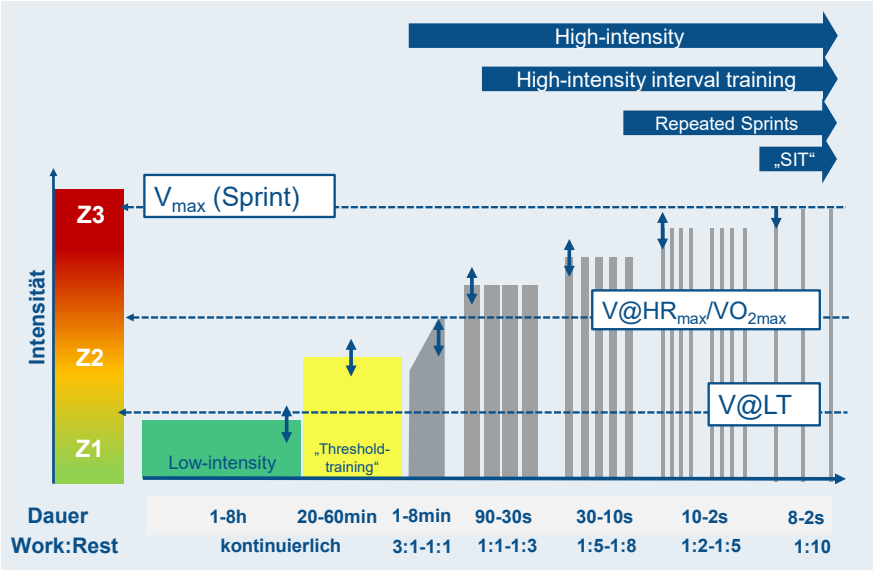
Definition and parameters of high intensity interval training in exercise therapy and therapeutic sports

Christoph Zimmer*, Billy Sperlich*

institute

1) Medizinische Hochschule für Prävention und Rehabilitation, Würzburg

2) Integrative & Experimentelle Trainingswissenschaft, Institut für Sportwissenschaft, Julius-Maximilians-Universität Würzburg



46

Vielen Dank!

billy.sperlich@uni-wuerzburg.de

/billysperlich

LEHRSTUHL FÜR INTEGRATIVE UND EXPERIMENTELLE
TRAININGS- UND BEWEGUNGSWISSENSCHAFT

MASTER (M.Sc.)
EXERCISE SCIENCE & TRAINING
Julius-Maximilians-University Würzburg

- ✓ 2 years
- ✓ Tuition-free
- ✓ English-spoken

/sportsandscience

47