

---

## **Intensitätsansteuerung und Effekte verschiedener Trainingsprogramme im Schwimmsport – Leistungsphysiologische und immunologische Aspekte**

Oliver Faude, Tim Meyer (Projektleiter) & Wilfried Kindermann

Universität des Saarlandes, Saarbrücken  
Institut für Sport- und Präventivmedizin

### **1 Problem**

Sportliches Training wird u. a. charakterisiert durch Intensität, Umfang und Häufigkeit von Belastungsreizen. Eine optimale Trainingsgestaltung zeichnet sich durch die richtige Gewichtung dieser Belastungsnormative in den verschiedenen Trainingsperioden aus. Die günstigste Kombination hängt stark von der Wettkampfdauer der entsprechenden Disziplin und damit von der metabolischen Situation ab. In der Sportart Schwimmen dauern Wettkämpfe auf internationalem Niveau zwischen etwa 22 s und 15 min (50m- bis 1.500m-Wettbewerbe) und beanspruchen somit hauptsächlich anaerob- und aerobglykolytische Stoffwechselwege. Trotz der relativ kurzen Wettkampfzeiten sind in der Praxis sehr hohe Trainingsumfänge zu beobachten. Ein Großteil der Trainingseinheiten wird im niedrig-intensiven Intensitätsbereich absolviert. Kürzere, aber intensivere Trainingsinhalte scheinen im Schwimmsport aufgrund der genannten Überlegungen jedoch durchaus bedenkenswert. Es existieren jedoch kaum entsprechende kontrollierte prospektive Trainingsstudien. Wie stark sich die Auswirkungen von lediglich grob differenzierten Trainingsinhalten (z. B. umfang- vs. intensitätsorientiertes Training) auf die sportartspezifische Leistungsfähigkeit oder gar einzelne leistungsbestimmende Faktoren unterscheiden, ist weitgehend unklar.

Hinsichtlich belastungsinduzierter immunologischer Veränderungen sind bislang vorwiegend Reaktionen auf akute Belastungen untersucht worden. Deutlich weniger Daten existieren in Bezug auf die Effekte von Trainingsprogrammen, insbesondere für Vergleiche verschiedener Interventionen.

Ziel der vorliegenden Studie war es daher, die Auswirkungen eines intensitätsorientierten Schwimmtrainings mit denen eines umfangorientierten Trainings hinsichtlich leistungsphysiologischer, psychometrischer und immunologischer Parameter zu vergleichen.

## 2 Methode

Insgesamt neun Sportler (derzeitiger Stand der Auswertung) des saarländischen Landeskadets (16,6±1,9 Jahre, 178±8 cm, 66,9±11,4 kg) absolvierten im cross-over-Verfahren zwei verschiedene vierwöchige Trainingsprogramme. Ein durch hohe Intensität und geringe Umfänge gekennzeichnetes Programm (HIT; Gesamtumfang: 81±8 km) wurde mit einem verglichen, das sich durch niedrige Intensitäten bei hohen Umfängen auszeichnete (HUT; Gesamtumfang: 163±19 km; vgl. Tab. 1). Auf beide Trainingsprogramme folgte jeweils eine sog. „Taper“-Woche (niedrig intensives, in beiden Zyklen identisches Programm). Die Reihenfolge der Trainingsinterventionen war randomisiert, zwischen beiden Durchgängen lag eine „Auswaschphase“ der Trainingseffekte von mindestens sechs Wochen.

Tab. 1: Trainingsumfänge in verschiedenen Intensitätsbereichen für die beiden Trainingsprogramme (Gesamtkilometer und Prozent des Gesamttrainingsumfangs)

	HIT		HUT	
	km	%	km	%
Kompensation [km]	17,6 ± 1,5	21,8	21,9 ± 2,7	13,4
Extensiv [km]	47,3 ± 7,7	58,6	130,2 ± 17,7	79,9
Intensiv [km]	15,9 ± 2,4	19,7	11,0 ± 1,3	6,7

Es waren jeweils vier Untersuchungstage zu absolvieren: ein Eingangstest (U1), ein Zwischentest A (nach zwei Wochen des Trainingsprogramms; U2), ein Zwischentest B (nach Ende des Trainingsprogramms, vor Taper-Phase; U3) und ein Abschlusstest (nach Taper-Phase; U4). Die Rahmenbedingungen (Ernährung, kein intensives Training an Vortagen, Tageszeit) der Testtermine wurden konstant gehalten. Eine „run in“-Phase von drei Tagen mit geringen Trainingsumfängen und -intensitäten ging der Studie voran, um interindividuell möglichst gleiche Voraussetzungen der Erholtheit zu schaffen. Das Landtraining (Kraftraum etc.) war in beiden Trainingszyklen vergleichbar (ca. 2 h pro Woche).

An den Testtagen wurden folgende Tests durchgeführt (in dieser Abfolge; zwischen den Belastungstests jeweils 1 h Pause): Psychometrie („Profile of Mood States“, POMS), venöse Blutentnahme (immunologisches Monitoring), Stufentest zur Bestimmung der individuellen anaeroben Schwelle (IAS; Faude, Urhausen, Eckstein, Weins, Scharhag & Kindermann, 2005), anaerober Test (2x100m, erste Strecke submaximal, zweite Strecke maximal, nicht bei U2), 400m-Maximaltest (nicht bei U2).

Das immunologische Panel bestand aus einer Immunphänotypisierung zur Bestimmung der Leukozyten- und Lymphozytensubpopulationen sowie einem durchflusszytometrischen Aktivitätstest (Oxidativer Burst der Neutrophilen).

Die statistische Analyse erfolgte mittels 2-faktorieller Varianzanalyse; post hoc ggf. Scheffé-Test. Als Signifikanzniveau für den  $\alpha$ -Fehler wurde  $p=0,05$  gewählt.

### 3 Ergebnisse

Für die IAS konnte in HUT ein signifikanter Unterschied zwischen Eingangs- und Abschlusstest beobachtet werden ( $p=0,046$ ). Alle weiteren leistungsphysiologischen und psychometrischen Parameter zeigten keine signifikanten Unterschiede zwischen den verschiedenen Trainingszyklen. Bei den immunologischen Parametern konnten ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen umfangbetontem und intensitätsbetontem Training gefunden werden (vgl. Tab. 2).

Tab. 2: Verhalten ausgewählter leistungsphysiologischer, psychometrischer und immunologischer Parameter während der beiden Trainingsphasen. IAS = individuelle anaerobe Schwelle, V100 = maximale 100 m-Zeit, V400 = maximale 400 m-Zeit; \* = signifikant unterschiedlich zu U1

	HIT			HUT		
	U1	U3	U4	U1	U3	U4
IAS [m/s]	1,24±0,14	1,24±0,15	1,24±0,15	1,22±0,16	1,24±0,16	1,24±0,16*
V100 [m/s]	1,48±0,20	1,49±0,21	1,49±0,21	1,48±0,21	1,49±0,23	1,49±0,23
V400 [m/s]	1,28±0,15	1,28±0,16	1,28±0,15	1,28±0,17	1,28±0,17	1,28±0,17
POMS Gesamt	102±20	109±26	104±29	117±18	114±23	108±19
POMS Müdigkeit	14±8	14±7	12±6	16±5	17±7	14±6
POMS Tatkraft	25±6	21±8	21±6	19±7	18±9	17±10
Leukozyten [ $\mu\text{l}^{-1}$ ]	6700±1438	6550±822	7076±1431	6817±1169	7250±2893	7500±2197
NK-Zellen [ $\mu\text{l}^{-1}$ ]	237±119	209±119	278±105	283±156	223±108	272±123
Neutro- phile [ $\mu\text{l}^{-1}$ ]	2819±598	2311±747	2576±690	2615±561	3052±2351	3311±1896
Ox. Burst [ $\mu\text{l}^{-1}$ ]	803±359	748±448	718±275	679±344	1028±1112	901±551

### 4 Diskussion

In der vorliegenden Untersuchung konnten keine wesentlichen Unterschiede im Verhalten leistungsphysiologischer, psychometrischer und immunologischer Parameter zwischen einem umfangs- und einem intensitätsbetonten vierwöchigen Training beobachtet werden.

Ein ähnliches Ergebnis wurde in einer früheren Studie der Arbeitsgruppe um Costill gefunden (Kirwan, Costill, Flynn, Mitchell, Fink, Darrel Neuffer & Houmard, 1988). Diese Autoren untersuchten über einen Zeitraum von zehn Tagen die Auswirkungen eines von 4.300 auf 9.000m pro Tag erhöhten Trainingsumfangs, bei allerdings nahezu konstanten Belastungsintensitäten. Während die Kurzstreckenleistung sich nicht änderte, führte das umfangreichere Training – wie in der vorliegenden Arbeit – zu einer Rechtsverschiebung der Laktatleistungskurve, was als verbesserte sportartspezifische Ausdauerleistungsfähigkeit interpretiert werden kann. Die Autoren schlussfolgerten, dass eine deutliche Erhöhung des Trainingsumfangs (auf in der Trainingspraxis durchaus übliche Werte) nicht zu einer Steigerung der schwimmspezifischen Leistungsfähigkeit führt.

In einer früheren Studie unseres Instituts konnte mittels Blutkonzentrationen von Lymphozyten und NK-Zellen der Regenerationsprozess nach einer intensiven Trainingsphase bei Radsportlern abgebildet werden (Meyer, Faude, Urhausen, Scharhag & Kindermann, 2004). Beide Trainingsphasen ergaben in der vorliegenden Studie jedoch keine entsprechenden Veränderungen, so dass keine Hinweise auf negative immunologische Einflüsse durch eins der untersuchten Trainingsprogramme bestehen.

Die Ergebnisse deuten somit darauf hin, dass die im Verhältnis zur Wettkampfdauer relativ hohen Trainingsumfänge im Schwimmsport über einen Zeitraum von vier Wochen keine Vorteile im Verhältnis zu einem deutlich kürzeren, dafür aber intensiveren Training haben. Somit können relevante Anpassungen durch ein umfangreduziertes Training bei gleichzeitiger Intensitätssteigerung vermutlich auch zeitökonomischer erreicht werden. Inwiefern diese Resultate auf den langfristigeren Trainingsprozess übertragbar sind, müssen zukünftige Studien zeigen.

## 5 Literatur

- Faude, O., Urhausen, A., Eckstein, A., Weins, F., Scharhag, J. & Kindermann, W. (2005). Vergleich von individueller anaerober Schwelle und 4 mmol/l-Laktatschwelle im Schwimmsport. *Dtsch Z Sportmed*; 56, 220.
- Kirwan, J. P., Costill, D. L., Flynn, M. G., Mitchell, J. B., Fink, W. J., Darrel Neuffer, P. & Houmard, J. (1988). Physiological responses to successive days of intense training in competitive swimmers. *Med Sci Sports Exerc*, 20, 255-259.
- Meyer, T., Faude, O., Urhausen, A., Scharhag, J. & Kindermann, W. (2004). Different effects of two regeneration regimens on immunological parameters in cyclists. *Med Sci Sports Exerc*, 36, 1743-1749.