

## Betreuungsprojekt von Mittel -und Langstreckenläufern des DLV während Höhentrainingsmaßnahmen

Markus de Marées<sup>1</sup> (Projektleiter), Silvia Achtzehn<sup>1</sup>, Billy Sperlich<sup>1</sup>,  
Wilhelm Bloch<sup>2</sup> & Jochen Mester<sup>1</sup>

Deutsche Sporthochschule Köln,

<sup>1</sup>Institut für Trainingswissenschaft und Sportinformatik

<sup>2</sup>Institut für Kreislaufaufforschung und Sportmedizin

### Problem

Seit über 50 Jahren ist Höhenttraining, in seinen verschiedenen Ausprägungen (train high-live high; train low-live high; train high-live low) in den Trainingsplänen, vor allem von Ausdauersportlern, integriert. Doch gibt es häufig Sportler, welche nicht in der gewünschten Ausprägung von den Höhentrainings (HT) profitieren. Entweder kommt es schon während des Trainingslagers oder direkt nach der Ankunft auf Meeresniveau zu einem Leistungseinbruch. Ursachen dieser Leistungseinbußen, sind nicht immer eindeutig zu klären. Die Problematik der Belastungssteuerung während eines HT wird, neben einem häufig unter Höhenbedingungen instabilen Immunsystem, als Hauptursache für die zum Teil negativ verlaufenden Leistungsentwicklungen genannt. Zusätzlich stellt sich die große individuelle Reaktion der Athleten auf HT als eine weitere Herausforderung bei der Planung und Durchführung eines Höhentrainingslagers dar (Chapman et al., 1998; Levine & Stray-Gundersen, 1997; Rusco et al., 2004; Stray-Gundersen et al., 2001; Wilber et al., 2007). Erschwerend kommt hinzu, dass die Höhenttrainingsstudien meistens mit gut trainierten Sportstudenten durchgeführt wurden und somit nur im einen begrenzten Ausmaß als Ratgeber für die Durchführung von HT mit Läufern der internationalen Elite herangezogen werden können.

Im Rahmen der Betreuungsmaßnahmen wurden Daten, basierend auf einem Triangel-Konzept (Abb.1) von Basisdaten, Biomarkern und physiologischen Leistungs-kenngrößen erhoben, um so die individuellen physiologischen Reaktionen der Läufer während der Höhenttrainingslager zu charakterisieren. Hierbei sollte festgestellt werden:

- in wie weit Reaktionsmuster beschrieben werden können,
- ob sich diese Reaktionsmuster bei den weiteren Trainingslagern wiederholen oder verändern,
- wodurch diese Reaktionsmuster gezielt beeinflusst werden können.

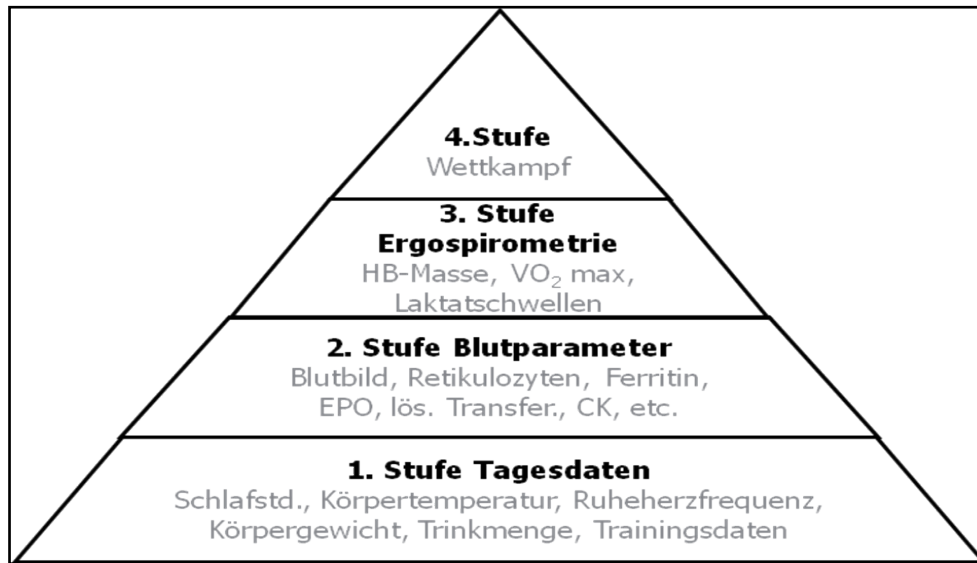


Abb. 1: Triangel-Konzept der Datenerhebung

## Methode

In Zusammenarbeit mit dem DLV wurden drei Höhentrainingslager (HT) mit Mittel- und Langstreckenläufern der internationalen und nationalen Elite in Flagstaff/ Arizona (2030-2230 NN) betreut (HT I März-April 08 / 28 Tage; N = 28. HT II November 08 / 21 Tage; N = 10. HAT III März-April 09 / 28 Tage; N = 19). Im Vorfeld wurden medizinische Checks mit den Läufern durchgeführt, um Probleme hinsichtlich des Impf-, Zahn-, und Eisenstatus aufzeigen und um gegebenenfalls reagieren zu können.

Der Zeitraum der Datenerfassung reichte von 14 Tage vor Beginn der HT bis einschließlich 21 Tage nach Ende der Maßnahmen. Die diagnostischen Maßnahmen wurden basierend auf dem Triangel-Konzept in vier aufeinander aufbauenden Ebenen erhoben (siehe Abb. 1). Auf der ersten Ebene wurden täglich die leicht zugänglichen Daten ermittelt (Ruheherzfrequenz, Schlafstunden, Körpergewicht und die Trainingsdaten). Über die täglichen Maßnahmen hinausgehend wurden gemäß der 2. Stufe Blutparameter untersucht. Die venösen Blutentnahmen zur Analyse von Blutbild, EPO und dem lös. Transferrinrezeptor (sTfr), wurden ca. 21 und 7 Tage vor, alle 2 Tage während und ca. 7 und 21 Tage nach Abschluss des HT ausgeführt. Während des HT wurden zusätzlich täglich kapillare BE zur Bestimmung der CK-Werte und trainingsbegleitende zur Analyse der Laktatwerte durchgeführt. Leistungsdiagnostiken (LD) (3. Stufe) zur Bestimmung der Laktatschwellen (V<sub>2</sub>, V<sub>3</sub> und V<sub>4</sub>) der VO<sub>2</sub>max wurden ca. 7 Tage vor und ca. 7 Tage nach Ende des HT unter normoxischen Bedingungen ausgeführt. Zusätzlich wurden Stufentests unter hypoxischen Bedingungen zur Laktatschwellenbestimmung am fünften Tag und vier Tage vor Ende des HT angesetzt. Die HB-Masse wurde nach der von Schmidt und Prommer (2005) modifizierten CO-Rückatemmethode an den Tagen der LD bestimmt.

## Ergebnisse

Exemplarisch werden im Folgenden die Herzfrequenzverläufe innerhalb des HT III, die Entwicklung der HB-Masse eines Läufers von HT I-III und die Verläufe von EPO und sTFR von zwei Läufern während HT III dargestellt.

### Herzfrequenz Verläufe

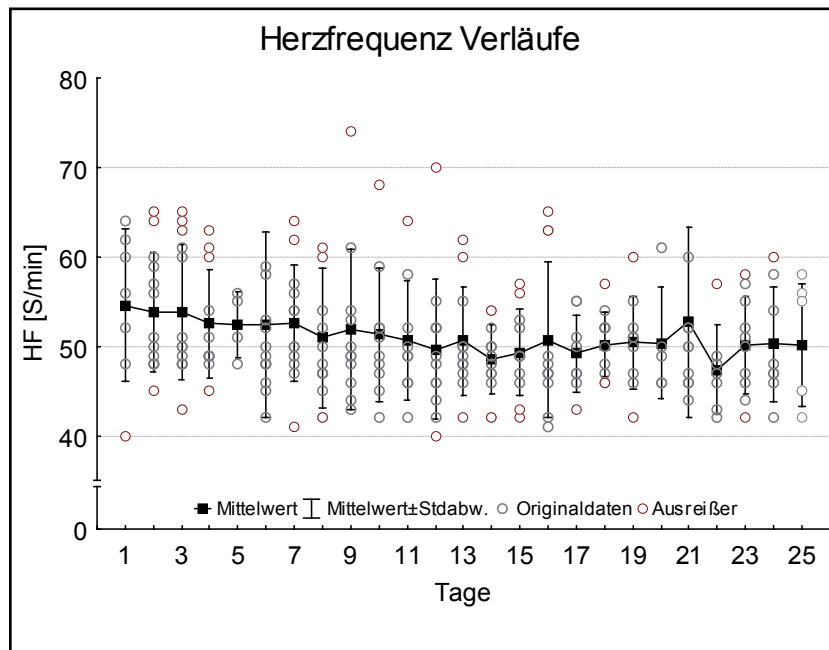


Abb. 2: Herzfrequenz-Verläufe aller Läufer innerhalb HT III.

Dargestellt sind die Herzfrequenzverläufe der Läufer während des HT III. Zu erkennen sind die Mittelwerte der Gruppe als auch die individuellen Daten der jedes Läufers. Zu erkennen ist eine tägliche Abnahme der HF bis zum 12. Tag nach Beginn des HT. Im weiteren Verlauf stabilisiert sich dieser Wert und variiert um den 21. Tag.

### EPO/ sTfr

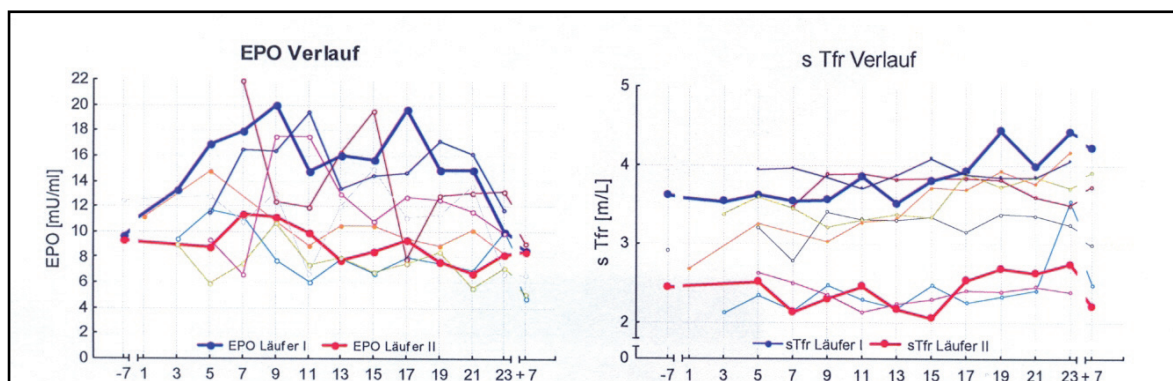


Abb. 3: Entwicklung der Werte für EPO und sTfr der Gruppe; während HT II - 7 entspricht dem Wert 7 Tage vor dem HT, + 7 dem Wert 7 Tage nach dem HT; hervorgehoben (rot/blau) sind die Verläufe von zwei Läufern.

Dargestellt sind die Verläufe von EPO und sTfr für die gesamte Gruppe während des HT II. Zu erkennen ist, dass bei Läufer I (blau) der EPO-Wert bis zum 9. Tag ansteigt, im weiteren Verlauf wieder fällt, aber immer oberhalb des Vorwertes (- 7) bleibt. Bei Läufer II (rot) steigt der EPO-Wert bis zum 7. Tag an, fällt im weiteren Verlauf wieder auf Werte unterhalb des Vorwertes ab. Für den sTfr ist zu erkennen, dass bei Läufer I der Wert ab dem 15. Tag deutlich ansteigt, bei Läufer II hingegen ist der Wert ab dem 9. Tag gegenüber dem Vorwert erhöht, steigt aber nicht weiter an.

## **Diskussion**

### **Herzfrequenzverläufe**

Die Herzfrequenzen bei Ruhe, submaximaler und maximaler Belastung sind unter akuter Hypoxie erhöht. Bei einer physiologischen Adaptation an den verminderten Sauerstoffgehalt der Umgebungsluft fallen die Ruheherzfrequenzen und die unter submaximaler Belastung gemessenen Werte innerhalb von drei bis sechs Tagen wieder ab. Hierbei kann das Angleichen der Ruheherzfrequenz an die unter Normoxie gemessenen Werte als Zeichen einer funktionellen Adaptation angesehen werden (Schoene & Hornbein, 2001). Eine funktionelle Adaptation wiederum ist die Voraussetzung für eine Intensivierung der Trainingsbelastung. Wie in Abb. 2 ersichtlich, ist bei den Läufern dieser Zeitpunkt erst am 11. - 13. Tag des HT erreicht. Aus diesem Sachverhalt könnte die Ermittlung der Ruheherzfrequenz als Mittel der Belastungssteuerung während HT angesehen werden. Des Weiteren scheint es bei Eliteläufern – im Vergleich zu weniger gut trainierten Läufern – zu einer verzögerten Adaptation unter Hypoxie zu kommen.

### **EPO und sTfr Verläufe**

Bei der Darstellung der EPO- und sTfr-Werte wird die Individualität der Reaktionen auf ein HT besonders deutlich. Zwei markante Verläufe werden anhand der Werte von Läufer I (blau) und Läufer II (rot) einer genaueren Betrachtung unterzogen. Während Läufer 1 den Hypoxiereiz sowohl mit einem über den gesamten Verlauf des HT gesteigerten EPO-Wert, als auch mit erhöhten sTfr-Werten beantwortet, ist dies bei Läufer 2 nicht der Fall. Bei dem Versuch, Responder von Nonrespondern zu unterscheiden, spekulierten Levine und Stray-Gundersen (2005), dass Athleten mit dauerhaft erhöhten EPO-Spiegeln in größerem Maß von einem HT profitieren als Läufer, deren EPO Spiegel nur gering verändert sind. Während für Läufer 1 die gewählte Höhe als ausreichend bezeichnet werden kann (EPO, sTfr, HB-Masse – nicht dargestellt), ist dies für Läufer 2 nicht der Fall. Somit sollte in Zukunft für Läufer 2 das HT in größeren Höhen stattfinden oder eine Intensivierung der Trainingsbelastung stattfinden.

Die in den Betreuungsprojekten begonnene Charakterisierung der Reaktionen der Läufer auf HT könnte dazu dienen, für jeden Läufer individuelle Höhenbereiche festzulegen, in welchen eine positive Antwort auf das HT zu erwarten wäre.

## Zusammenfassung Ausblick

Die Datenerhebung auf Basis des Triangel-Konzeptes kann einen wesentlichen Beitrag zur Charakterisierung der Reaktionen von Eliteläufern in Hinblick auf HT leisten.

- Mittels der Aufzeichnung der Tagesdaten (Ruheherzfrequenz etc.) kann der Status der Läufer erhoben, die Belastung gesteuert und unmittelbar während des HT auf Veränderungen reagiert werden.
- Die Erhebung von Zeitverläufen der für die Hypoxie relevanten Biomarker und Hormone kann die Reaktion der Läufer besser charakterisieren und helfen, eine optimales Trainingsdesign zu erarbeiten.

## Literatur

- Chapman, R.F., Stray-Gundersen, J. & Levine, B.D. (1998). Individual variation in response to altitude training. *Journal of applied physiology*, 85 (4), 1448-1456.
- Levine, B.D. & Stray-Gundersen, J. (2005). Point: Positive effects of intermittent hypoxia (live high:train low) on exercise performance are mediated primarily by augmented red cell volume. *Journal of applied physiology*, 99 (5), 2053-2055. Review.
- Levine, B.D. & Stray-Gundersen, J. (1997). "Living high-training low": effect of moderate-altitude acclimatization with low-altitude training on performance. *Journal of applied physiology*, 83, 102-112.
- Rusko, H.K., Tikkanen, H.O. & Peltonen, J.E. (2004). Altitude and endurance training. *Journal of sports sciences*, 22 (10), 928-944.
- Schmidt, W. & Prommer, N. (2005). The optimised CO-rebreathing method: a new tool to determine total haemoglobinmass routinely. *European journal of applied physiology*, 95, 486-495
- Schoene, R. & Hornbein, T. (Eds.) (2001). *High Altitude. An Exploration of Human Adaptation*, Vol. 161. The Cardiovascular System at High Altitude: Heart and Systemic Circulation, 235-293
- Stray-Gundersen, J., Chapman, R.F. & Levine, B.D. (2001). "Living high-training low" altitude training improves sea level performance in male and female elite runners. *Journal of applied physiology*, 91, 1113-1120.
- Wilber, R.L., Stray-Gundersen, J. & Levine, B.D. (2007). Effect of hypoxic "dose" on physiological responses and sea-level performance. *Medicine and science in sports and exercise*, 39, 1590-1599.

