



Prof. Dr. Walter Schmidt  
und PD. Dr. Nicole Prommer  
im Institut für Sportwissenschaft  
der Universität Bayreuth

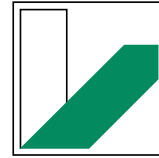
Foto: Abt. Sportmedizin/Sportphysiologie  
der Universität Bayreuth;  
zur Veröffentlichung frei.

## **Hämoglobin, ein Schlüssel zur Fitness – aktuelle Forschungsergebnisse der Bayreuther Sportmedizin**

Wann ist ein Mensch körperlich fit? Das hängt wesentlich von seiner Ausdauer ab, also von seiner Fähigkeit, über einen möglichst langen Zeitraum körperlichen Belastungen standzuhalten und sich nach Ermüdungsphasen möglichst rasch wieder zu erholen. Als ein wesentliches Kriterium für die Ausdauer gilt in der Sportmedizin die maximale Sauerstoffaufnahme. Dieser messbare Wert besagt, wie viele Milliliter Sauerstoff der Körper pro Kilogramm Körpergewicht in der Minute verwerten kann: und zwar dann, wenn er – beispielsweise durch sportliches Training – die Grenze seiner Belastungsfähigkeit erreicht. Je höher dieser Wert liegt, desto größer ist die körperliche Leistungsfähigkeit.

### **Körperliche Leistungsfähigkeit – direkt abhängig vom Hämoglobin, dem Sauerstofftransporter**

Es gibt zahlreiche und verschiedenartige Ursachen für eine hohe maximale Sauerstoffaufnahme. Professor Dr. Walter Schmidt, Leiter der Abteilung Sportmedizin und Sportphysiologie an der Universität Bayreuth, und seine Mitarbeiterin PD Dr. Nicole Prommer haben diese Ursachen in den vergangenen Jahren eingehend untersucht. Dabei ist ihnen jetzt der Nachweis gelungen, dass die körperliche Ausdauer von Spitzensportlern direkt von der absoluten Hämoglobinmenge abhängt, die in ihrem Blut enthalten ist.



Das Hämoglobin ist ein Protein, das den eingeatmeten Sauerstoff bindet und durch die Blutzirkulation im ganzen Körper verteilt. Schmidt und Prommer konnten zeigen: Wenn sich die Hämoglobinmenge um 1 Gramm ändert, ändert sich die Sauerstoffaufnahme um 4 ml pro Minute – und zwar unabhängig davon, welche Ursachen für die im Blut enthaltene Hämoglobinmenge verantwortlich sind. In einem kürzlich erschienenen Beitrag für die Zeitschrift „Exercise and Sports Sciences Reviews“ geben sie einen Überblick über die sportmedizinischen Untersuchungen, die zu diesem Ergebnis geführt haben. Zugleich beschreiben sie unterschiedliche Wege, die Hämoglobinmenge zu erhöhen und dadurch die Leistungsfähigkeit zu steigern.

## **Vom Ausdauertraining bis zum Doping – wie sich die maximale Sauerstoffaufnahme steigern lässt**

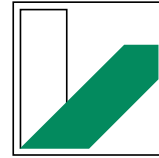
Grundsätzlich unterscheiden die beiden Autoren zwei Mechanismen, die dazu beitragen können, dass die maximale Sauerstoffaufnahme steigt. Wenn eine größere Menge Blutplasma und – proportional dazu – eine größere Menge Hämoglobin im Körper zirkuliert, kann das Herz eine erhöhte Pumpleistung erbringen und dem Körper pro Minute eine größere Menge Sauerstoff zuführen. Dieser Vorgang ist das typische Ergebnis eines intensiven Ausdauertrainings. Die größere Sauerstoffmenge wird dabei insbesondere von den Muskeln verwertet, die dadurch weniger schnell ermüden.

Ein ganz anderer Mechanismus liegt dann vor, wenn nicht die Blutmenge insgesamt, sondern die Konzentration des Hämoglobins im Blut ansteigt. In diesem Fall erhöht sich allein die Hämoglobinmenge; die Menge des im Körper zirkulierenden Blutplasmas sinkt dagegen oder bleibt zumindest gleich. Das Resultat: Das vorhandene Blut gewinnt eine größere Kapazität für die Aufnahme und den Transport von Sauerstoff, so dass dem arbeitenden Muskel mehr Sauerstoff zur Verfügung gestellt wird. Dieser Vorgang läuft quasi auf natürliche Weise ab, wenn Leistungssportler sich an Gebirgsregionen anpassen; d.h. an Höhenlagen über 2000 m, in denen der Sauerstoffgehalt der Luft deutlich geringer ist. Trotz der veränderten Luftverhältnisse fällt die maximale Sauerstoffaufnahme dann in der Höhe nur wenig ab und ist bei Rückkehr ins Flachland verbessert.

Der gleiche Mechanismus kann aber, wie Schmidt und Prommer darlegen, durch gezieltes Blutdoping nachgeahmt – und im Ergebnis sogar weit übertroffen werden! Die Steigerung der maximalen Sauerstoffaufnahme ist in den untersuchten Fällen derart signifikant, dass als Erklärung allein eine künstliche Zufuhr von Hämoglobin infrage kommt.

## **Rückschlüsse von der Leistungsfähigkeit auf ihre Ursachen**

Die Bayreuther Sportmediziner beschreiben in ihrem Übersichtsartikel, wie sich ein systematisches Ausdauertraining, die Anpassung an extreme Höhenlagen und ein gezieltes Blutdoping jeweils auf den Sauerstoffträger Hämoglobin auswirken – und zwar einerseits auf die absolute Menge des Hämoglobins, andererseits auf die Hämoglobin-Konzentration



im Blut. Dabei werden Untersuchungen mit Sportlern, die auf Meeresspiegelniveau und im Gebirge trainieren, sowie Daten von Athleten, die ihr Blut manipulieren, zum Vergleich herangezogen. Alle Ergebnisse sind detailliert durch sportdiagnostische Messungen belegt, die größtenteils im Sportinstitut der Universität Bayreuth vorgenommen wurden.

„Die Forschung ist heute so weit in die physiologischen Abläufe vorgedrungen, dass wir in vielen Fällen mit hoher Treffsicherheit feststellen können, auf welche Weise ein Sportler seine Leistungsfähigkeit gesteigert hat“, erklärt Schmidt. „Daher sind wir zuversichtlich, dass sich insbesondere auch die Nachweisverfahren für Blutdoping in Zukunft weiter präzisieren lassen.“

#### **Titelaufnahme:**

Walter Schmidt and Nicole Prommer,  
Impact of Alterations in Total Hemoglobin Mass on  $VO_2$ max,  
in: Exercise and Sport Sciences Reviews 2010 (vol. 38, issue 2), pp. 68 – 75

#### **Kontaktadresse für weitere Informationen:**

Prof. Dr. Walter Schmidt  
Universität Bayreuth  
Abteilung Sportmedizin/Sportphysiologie  
D-95440 Bayreuth  
Telefon: +49 (0)921 / 55-3464  
E-Mail: [walter.schmidt@uni-bayreuth.de](mailto:walter.schmidt@uni-bayreuth.de)

PD Dr. Nicole Prommer  
Universität Bayreuth  
Abteilung Sportmedizin/Sportphysiologie  
D-95440 Bayreuth

**Text und Redaktion:** Christian Wißler

**Foto zum Download:** [www.uni-bayreuth.de/blick-in-die-forschung/13-2010-Bilder](http://www.uni-bayreuth.de/blick-in-die-forschung/13-2010-Bilder)