

«Blut ist ein ganz besonderer Saft»: mit diesem Satz liess Goethe seinen Faust mit dessen Blut den teuflischen Pakt mit Mephisto unterschreiben. Natürlich hatte er recht, denn ohne das Blut wäre unser Leben schlicht nicht möglich. Blut ist ein flüssiges Organsystem, das jede Zelle unseres Körpers mit dem lebenserhaltenden Sauerstoff versorgt und sie mit Nährstoffen und Energieträgern beliefert. Es sorgt für den Abtransport von Stoffwechselabfällen und CO<sup>2</sup> und ist Grundlage der Wärmeregulation. Einige Blutzellen sorgen für die Blutstillung von Wunden und Verletzungen, andere sind für unsere Körperabwehr verantwortlich. Und im Blut werden Hormone und Botenstoffe von einem Organ zum anderen transportiert, wo diese ihre steuernde Wirkung entfalten.

Blut ist eine faszinierende Flüssigkeit, die zum Staunen veranlasst: pro Minute werden 5 bis 6 Liter Blut durch die Gefässe unseres Körpers gepresst, bei körperlicher Aktivität kann der Blutfluss sogar auf das 5fache ansteigen. 40–50% des Volumenanteils des Blutes bestehen aus Zellen (dem so genannten Hämatokrit), den flüssigen Rest bildet das Blutplasma. Das Blutplasma besteht zu 90% aus Wasser, der Rest besteht aus Eiweissen, Blutfetten, Blutsalzen und anderen gelösten Stoffen. Pro Tag werden rund 20 Liter Blut ins Zwischenzellgewebe gepresst; 90% davon werden über die Kapillaren wieder aufgenommen, rund 10% gelangen über die Lymphe wieder in den Kreislauf zurück. Im Blut schwimmen 25–30 Billionen roter Blutkörperchen (Erythrocyten), welche einem enorm hohen Umsatz unterworfen sind: pro Sekunde werden rund 2,5 Mio. abgebaut und neu gebildet. Die Oberfläche aller Erythrocyten würde ausreichen, um eine Fläche von 1000 m<sup>2</sup> zu bedecken; zu einem Turm aufgestapelt würden sie eine Höhe von 60000 km erreichen. Die roten Blutkörperchen transportieren bei normaler Belastung rund 500 Liter Sauerstoff pro Tag, durch sportliche Aktivität oder starke körperliche Belastung wird dieser Anteil problemlos verdoppelt.

#### Das Blut im Sport

Wie viele andere Organe reagieren auch die einzelnen Bestandteile unseres Blutes recht komplex auf regelmässige körperliche Aktivität. Nehmen wir diese etwas genauer unter die Lupe:

**Blutplasma:** Der flüssige Anteil des Blutes ist das erste, das sich bei einem intensiven Training verändert. Da bei intensiver körperlicher Arbeit ein hoher Anteil an

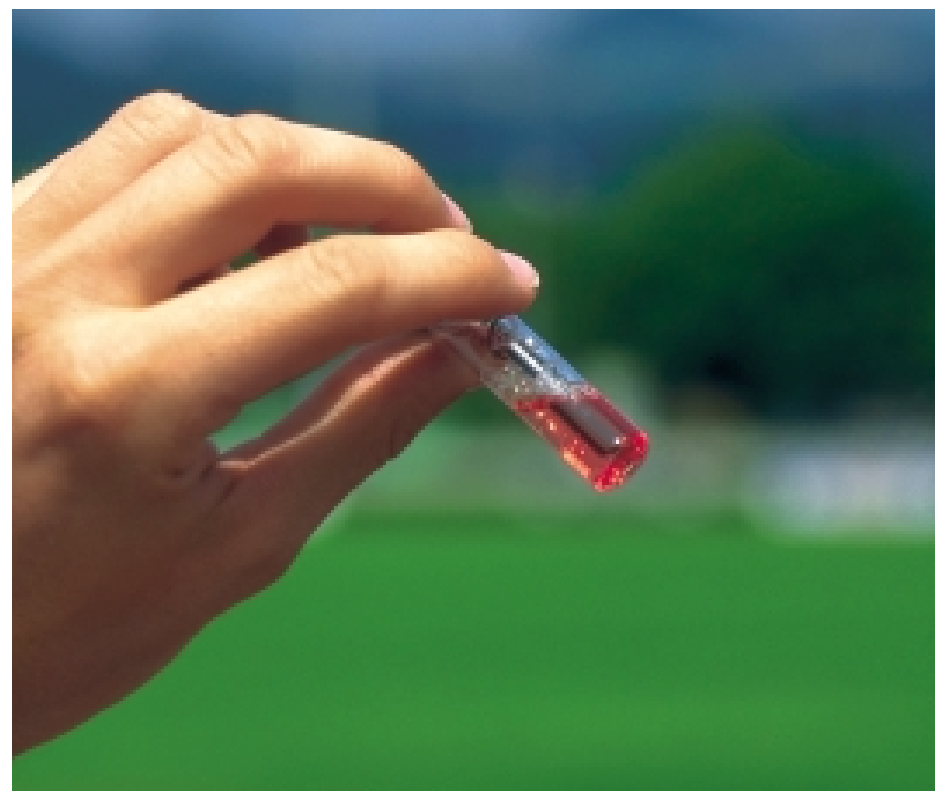


FOTO: ANDREAS GONSETH

# Sport & Blut

**Das Blut ist eine faszinierende Flüssigkeit. Seine Bestandteile bilden nicht nur die Grundlage für unsere Leistungsfähigkeit, viele Blutbestandteile werden ihrerseits durch regelmässige körperliche Aktivität beeinflusst.**

Wärme anfällt, bedarf die zur Kühlung des Körpers notwendige Schweißproduktion eines hohen Flüssigkeitsvolumens von bis zu zwei und mehr Litern pro Stunde. Dieser Flüssigkeitsverlust wird zum Teil aus dem Blutplasma kompensiert und ist bereits nach einer Stunde intensiven Trainings im Sinne einer Abnahme des Plasmavolumens und einer relativen Zunahme der Blutzellen messbar: das Blut wird «dickflüssiger». Regelmässiges Training lässt den Körper auf den höheren Flüssigkeitsbedarf reagieren: er beginnt grössere Flüssigkeitsreserven im Zwischenzellgewebe und in den Gefässen einzulagern. Das Plasmavolumen kann dabei um mehr als 20% zunehmen, was einer relativen Verdünnung des Blutes entspricht. Dieses Phänomen ist bei Ausdauerathleten besonders ausgeprägt und wurde lange Zeit nicht als solches erkannt. Der bei diesen Sportlern «erniedrigte» Anteil an roten Blutkörperchen wurde als Blutarmut interpretiert, was den Begriff der «Sportleranämie» geprägt hat. Diese Verdünnung ist für den Ausdauersportler auch deshalb sinnvoll, weil durch die Zunahme des Plasmavolumens eine «innere Wasserreserve» angelegt wird und die Fliesseigenschaften des Blutes verbessert werden. Sauerstofftransport und Eisengehalt der Erythrocyten bleiben normal, die Leistungsfähigkeit bleibt unbeeinflusst.

**Erythrocyten:** Da die roten Blutkörperchen als Sauerstoffträger besonders gefordert werden, geht Ausdauersport bei ihnen nicht spurlos vorbei. Durch die hohe mechanische Beanspruchung des Bewegungsapparates beim Sport entstehen Gewebeschäden (Beispiel: Muskelkater), die zu einem «inneren Blutverlust» führen. Zum Beispiel werden viele rote Blutkörperchen in den Fusssohlen beim Ausdauerlauf regelrecht «zertreten». Auch die unter Belastung verstärkte Durchblutung von Muskulatur und Haut erhöht den Bedarf an roten Blutkörperchen. All diese Signale regen das Knochenmark zu einer verstärkten Bildung von Erythrocyten an. Diese Mehrproduktion verlangt ihrerseits nach genügend Baustoffen, speziell Eisen, aber auch Folsäure und Vitamin B12. Ein Mangel an diesen Baustoffen kann zu einer wirklichen Blutarmut führen. Trotz der Mehrproduktion überwiegt der zurückgehaltene Flüssigkeitsanteil, sodass der Hämatokrit (= Zellanteil des Blutes, zu über 99% aus Erythrocyten bestehend) leicht abnimmt. Da auch die Erythrocyten Flüssigkeit aufnehmen, legen sie leicht an Grösse zu und haben verdünnungsbedingt

eine etwas tiefere (aber immer noch normale) Hämoglobinkonzentration.

**Leukozyten:** die diversen Zellreihen der weissen Blutkörperchen sind in erster Linie für die spezifische und unspezifische Körperabwehr zuständig. Bei Muskelarbeit ist eine Zunahme der Zahl an Leukozyten im Blut zu beobachten, was als Phänomen schon seit über 100 Jahren bekannt ist. Sie wird durch eine Einschwemmung von im Gewebe und an den Gefässwänden sitzenden Zellen in den Blutstrom erklärt und geht innerhalb von Minuten bis Stunden nach Abschluss der Anstrengung auf das Normalmass zurück. Negative Folgen auf das Immunsystem sind dadurch nicht zu erwarten. Sportliche Betätigung löst aber die gleichen Immunprozesse aus, wie sie bei Beginn einer Infektionskrankheit beobachtet werden können. Die Auswirkungen von sportlichem Stress auf Zahl und Funktion der verschiedenen Zellen sind in vielen Untersuchungen wissenschaftlich belegt worden. Unklar ist jedoch bis heute, was die veränderten Messwerte für den Sportler in Bezug auf seine Krankheitsanfälligkeit tatsächlich bedeuten. Vereinfacht ausgedrückt kann gesagt werden, dass intensive oder sehr langdauernde Muskelarbeit das Immunsystem eher schwächt und den Athleten anfälliger für Krankheiten macht. Regelmässig, aber mässig intensiver und mit genügender Erholungsfrist betriebener Sport hingegen führt zu einer Stärkung des Immunsystems.

**Blutserum** (Blutserum = Blutplasma ohne den Gerinnungsfaktor «Fibrinogen»): Das Blut ist ein Spiegel zahlreicher natürlicher und krankhafter Reaktionen, die im Körper ablaufen. Körperliche Aktivität führt z.B. zu einem Anstieg von Stresshormonen im Blut (z.B. Cortisol und Adrenalin). Neben diesen Stresshormonen sind auch viele Entzündungsfaktoren während und nach sportlichem Training im Blut erhöht, ein Zeichen dafür, dass beim Sport entzündungsähnliche Prozesse ablaufen. Trotz diesem kurzfristigen Anstieg ist die Konzentration von Stresshormonen und Entzündungsfaktoren im Blut beim sportlich aktiven Menschen im Durchschnitt tiefer als beim Nichtsportler, was den aktiven Menschen insgesamt vor Stress- und Entzündungsreaktionen schützt. Auch Muskelschäden durch Sport sind im Blut erkennbar: Nach intensivem Training, besonders solchen mit hoher exzentrischer Muskelarbeit, treten als Zeichen der Muskelschädigung (analog wie auch beim Muskelkater) Enzyme aus



Dr. med. Matteo Rossetto, Internist und Sportmediziner mit eigener Praxis und medizinischer Leiter von Äquilibris-Training in Basel. Mitglied des Medical Teams im Schweizerischen Leichtathletikverband.

den geschädigten Muskelzellen ins Blut über, wo sie in erhöhter Konzentration gemessen werden können.

**Blutgerinnung:** Auch auf Ebene Blutgerinnung finden Anpassungen an körperliche Aktivität statt. Die Blutgerinnung, das Zusammenspiel von Blutplättchen und so genannten Gerinnungsfaktoren, steht in einem ständigen Wechselspiel zwischen Gerinnungsbildung und Auflösung derselben und sorgt für den Verschluss von äusseren und inneren Gefässwunden. Intensive sportliche Aktivität (Training an der anaeroben Schwelle und darüber) führt zu einer Aktivierung der gerinnungsfördernden wie auch der gerinnungshemmenden Prozesse, sodass unter dem Strich die Gerinnungseigenschaften des Blutes im Gleichgewicht bleiben. Mässige Belastungen (bei 60–80% der maximalen Herzfrequenz), wie sie in der Rehabilitation verschiedener Herz-Kreislauf-Krankheiten eingesetzt werden, hemmen hingegen die Gerinnung (sie lösen gebildete Gerinnsel rascher auf) und tragen damit zu einer besseren Durchblutung und zu einer Reduktion der Gefahr von Durchblutungsstörungen und Kreislaufkrankungen bei. Blutgerinnsel (so genannte Thromben) entstehen meist in Venen nach Verletzungen, bei krankhaften Störungen der Blutgerinnung und bei Ruhigstellung (Bettlägerigkeit, Gipsruhigstellung, langes Sitzen usw.). Die Verstopfung einer Vene durch ein Gerinnsel nennt man Thrombose. Sie birgt das Risiko, dass sich ein Gerinnsel lösen und in die Blutbahnen der Lunge gelangen kann (Lungenembolie), was zu einer lebensgefährlichen Überlastung des Herzens führen kann. Sport, speziell nicht leistungsorientierte, sondern gesundheitsfördernde Aktivität, führt in aller Regel nicht zu einer Erhöhung der Thrombose-neigung, sondern eher zu einer Verminderung des Thromboserisikos. Beim Vorliegen von Gerinnungsstörungen, der Vorgeschichte durchgemachter Thrombosen oder dem Vorliegen von schweren Krampfaderen (der Beine) ist hingegen die Gefahr einer Thrombenbildung erhöht. In diesen Fällen ist die Wahl der körperlichen Aktivität (niedrigintensiv, ohne Sprünge, Schläge und Erschütterungen) sowie die Prophylaxe durch das Tragen von Kompressionsstrümpfen, die es inzwischen auch als spezielle Sportlermodelle gibt, unbedingt zu empfehlen. ■