

# Wie leistungsfähig

Sport und Olympische Spiele

## ist der Mensch?

In wenigen Tagen beginnen in Barcelona die Olympischen Spiele. Sie werden wieder menschliche Höchstleistungen in den Mittelpunkt des öffentlichen Interesses rücken lassen. Das führt auch zu Mißverständnissen in Diskussionen um den Sport. Man kann heute das Wort „Sport“ in einem ganz unterschiedlichen Sinne benutzen.

Wildor Hollmann, Alois Mader

Aus wissenschaftlicher Sicht unterscheiden wir heute vier unterschiedliche Kategorien des Sportes, die sich in den vergangenen vier Jahrzehnten entwickelt haben:

● **Breitensport:** Im Vordergrund steht hier die Freude an der Bewegung, an der betriebenen Sportart, die Mitbetätigung in einer Gruppe oder die Pflege des Familienlebens. Es existiert kein systematisch eingehaltenes Trainingsprogramm, und die erreichte Leistungshöhe spielt keine Rolle.

● **Gesundheitssport und Behindertensport:** Hier soll durch Übung, Training oder Sport die Gesundheit gefördert oder verlorengegangene Gesundheit ganz oder mindestens teilweise wiedergewonnen werden. Auch hier kommt der Leistungshöhe keine entscheidende Bedeutung zu.

● **Leistungssport:** Natürlich steht als primärer Antrieb die Freude an der betriebenen Sportart im Vordergrund. Nunmehr aber existiert ein systematisch eingehaltenes Trainingsprogramm, zur Leistungssteigerung mit Teilnahme an Wettkämpfen. Die erreichte Leistung genügt aber noch nicht nationalen oder internationalen Maßstäben.

● **Hochleistungs- oder Show-sport:** Nunmehr ist die gesamte Lebensführung dem einen Ziel der guten Platzierung im nationalen oder internationalen Wettkampf untergeordnet. Der Betreffende ist Berufssport-

ler oder verhält sich wie ein Profi. Der Leistungsstandard entspricht nationalen beziehungsweise internationalen Maßstäben.

Die wichtigsten unter diesen vier Sportkategorien sind aus gesellschaftlicher und gesundheitlicher Sicht der Breiten- und Gesundheitssport. Sie repräsentieren auch den weitaus höchsten Prozentsatz der nahezu 24 Millionen Mitglieder des Deutschen Sportbundes. Im Laufe eines Lebens ergeben sich für diese Art von Sport drei Schwerpunkte:

① Im Kindes- und Jugendalter ist es die Aufgabe von Übung, Training und Sport, die dem kindlichen bzw. jugendlichen Organismus innewohnenden Leistungsmöglichkeiten zur vollen Entfaltung zu bringen. Optimale strukturelle, biochemische und

biophysikalische Adaptationen sind nur durch Überschreitung von Reizschwellen erreichbar.

② Im Erwachsenenalter ist es die gesundheitliche Aufgabe von Training und Sport, degenerativ verursachten Herz-Kreislaufkrankungen sowie Stoffwechselkrankheiten vorzubeugen. Gleichzeitig kann durch hiermit verbundene psychische Einwirkung eine positive Lebenseinstellung gefördert werden.

③ Beim älteren und alten Menschen sind geeignete Übungen, Training und Sport in der Lage, altersbedingten Leistungseinbußen entgegenzuwirken. Bis heute ist kein Medikament und keine Ernährungsform bekannt, welche in dieser Hinsicht Trainingseffekte ersetzen könnte. Es kann hierdurch gelingen, sich funktionell jünger zu erhalten, als es chronologisch dem Geburtsschein des Betreffenden entspricht.

Aus ärztlicher Betrachtungsweise bietet eine sportbezogene Beratung des Patienten den zusätzlichen Vorteil, ein Eingangstor zur Einflußnahme auch auf andere Faktoren der Lebensführung und der Gesundheit abzugeben (Ernährung, Genußmittel, Streß, Risikofaktoren).

Wie wirksam eine breitbasig aufgebaute Präventivmedizin (Primär- und Sekundärprävention) sein kann, beweisen unter anderem die Statistiken in den USA, wo zum Beispiel die Zahl der Herzinfarkt-toten in den letzten 25 Jahren um rund 50 Prozent zurückgegangen ist.



Beispiel Rudern: Leistungssport ist Schwerstarbeit.

Foto: dpa/oly-Ham

## Hohe Trainingsleistungen . . .

Mit diesen Kategorien des Sports hat der Hochleistungssport nur noch den Basisnamen gemeinsam. Mit der Wiedegründung der Olympischen Spiele begann unbeußt ein gigantisches biologisches Experiment mit dem Menschen. Durch die Eigengesetzlichkeit des Hochleistungssports führte es ihn in den meisten Sportarten schon in vergangenen Jahrzehnten in den biologischen Grenzbereich seiner Leistungsfähigkeit.

Bei den Olympischen Spielen 1936 in Berlin konnte in manchen Sportarten eine Goldmedaille noch mit zwei bis drei Trainingseinheiten *pro Woche* gewonnen werden. Heute sind in vielen Disziplinen zwei bis drei Trainingseinheiten *täglich* eine Notwendigkeit geworden. Der Jahresumfang an Trainingsbelastungen dürfte international in den 70er Jahren sein Maximum erreicht haben. Damals legten Weltklasseruderer jährlich 10 000 bis 12 000 km ruderdnd zurück. Ein Weltklassechwimmer schwamm täglich 8 bis 12 km, in Extremfällen 15 bis 20 km. Noch heute legen Langstreckenläufer der unterschiedlichen Langstreckendisziplinen wöchentlich zwischen 120 bis 220 km zurück, der Berufsstraßenradrennfahrer von Weltklasse täglich 150 bis 250 km. Der Gewichtheber in mittleren und oberen Gewichtsklassen brachte in besonders beanspruchenden Trainingsabschnitten täglich 60 t, der Superschwergewichtler in Extremfällen 70 bis 90 t zur Hochstrecke. Angesichts negativer gesundheitlicher Erfahrungen am Halte- und Bewegungsapparat und eines inhaltlich verbesserten Trainingsprogrammes konnten diese Trainingsleistungen in den vergangenen Jahren deutlich reduziert werden.

## . . . bedeuten Schwerstarbeit

Der Hochleistungssport stellt den menschlichen Organismus vor die höchsten Anforderungen, denen in körperlicher Hinsicht ein Mensch unterliegen kann. Selbst jahre- oder

jahrzehntelange Schwerstarbeitätigkeit früherer Industriezeiten ist in ihren Auswirkungen auf den Organismus nicht vergleichbar. In einschlägigen Untersuchungen wurde immer wieder festgestellt: Es gibt keine berufliche Schwerstarbeit, auch nicht solche, die unter denkbar ungünstigen Milieubedingungen (Hitze, Kälte, Höhe) absolviert wird, welche in ihren Auswirkungen auf den menschlichen Organismus auch nur annähernd denen des Hochleistungssports vergleichbar wäre.

Die Entwicklung der Grenzen menschlicher Leistungsfähigkeit wird gerne anhand der Verlaufstendenz von Weltrekordkurven demonstriert. Diese Methode enthält Störfaktoren. Materialverbesserungen (Kunststoffbeläge, Konstruktionsweise von Sportschuhen, Sportgeräte wie der Hochsprungsstab, Schlittschuhe, Bobs etc.) und Regeländerungen, welche die Leistung begünstigt haben, lassen sich bei dieser Betrachtungsweise nicht von einer biologischen Komponente trennen.

## Systeme der Energiebereitstellung

Morphologie, Motorik, Energetik und Psyche bestimmen die sportartspezifische Leistungsfähigkeit. Eine Sportart, die in maximaler Weise aerobe und anaerobe dynamische Ausdauer sowie Muskelkraft miteinander verbindet, ist das Rudern. Drei energiebereitstellende Systeme stehen dem Ruderer zur Verfügung:

① **Die anaerobe alaktazide Energiebereitstellung** (ATP- und KP-Spaltung). Circa 70 bis 80 Prozent des Ruhebestandes an Kreatinphosphat (KP), entsprechend 18 bis 25 mmol/kg Muskulatur, können mobilisiert werden und decken in den ersten Sekunden nach dem Start den Energiebedarf. Mit je 1 mmol KP kann eine mechanische Arbeit von 1,67 bis 1,99 mkg beziehungsweise 16,3 bis 19,5 J verrichtet werden. Bei einem Körpergewicht von 84 bis 95 kg und einem Anteil von  $42 \pm 2\%$  Muskulatur an der Körpermasse sowie 80 Prozent arbeitender Muskelmasse für einen Eliteruderer kann die maximale Leistung 726 bis 820 mkg betragen. Eine obere Grenze

für die alaktazid-anaerobe Energiebereitstellung dürfte bei 95 kg Körpergewicht bei 1223 mkg liegen. Dies sind etwa vier bis fünf Prozent des Gesamtenergiebedarfs eines sechs Minuten dauernden Wettkampfes.

② **Die anaerobe laktazide Energiebereitstellung.** Im Mittel können 20 mmol/l Laktat im Blut toleriert werden. Mit je 1 mmol/l Laktat werden 1,50 mkg/kg Körpergewicht an mechanischer Arbeit gewonnen beziehungsweise ein Sauerstoffdefizit von rund 3,0 ml/kg abgedeckt. Somit beträgt die maximale, durch Glykolyse mobilisierbare Arbeitskapazität bei  $18,5 \pm 2,5$  mmol/l Laktat bei 84 kg Körpergewicht rund 2300 mkg, bei 95 kg rund 2500 mkg (1 mmol/l Laktat = 3,3 mmol O<sub>2</sub>/kg). Dieser Arbeitsbetrag deckt anteilmäßig den Energiebedarf für eine Minute eines sechszwanzig Minuten Wettkampfes (15 bis 18 Prozent).

③ **Die aerobe Stoffwechselkapazität.** Sie macht den größten Anteil an der Energiebereitstellung bei einem Ruderwettkampf aus. Um international im Elitebereich erfolgreich sein zu können, muß die auf der Strecke realisierbare Sauerstoffaufnahme ab der zweiten Minute zwischen 5800 und 6500 ml/min betragen. Bei einem Wirkungsgrad des Ruderers von durchschnittlich brutto 21 Prozent entspricht dies einer Leistung von 430 bis 480 W. Somit gewinnen Weltklasseruderer in einer Minute fast ebensoviel mechanische Leistung auf aerobem Wege, wie die gesamte zur Verfügung stehende anaerobe laktazide Stoffwechselkapazität beträgt.

Eine Vergrößerung der anaeroben alaktaziden Energiebereitstellung im Grenzbereich körperlicher Leistungsfähigkeit ist nur durch Zunahme an Muskelmasse möglich.

Die äußerste Grenze der anaeroben laktaziden Belastbarkeit liegt bei einem pH-Wert von 6,8 bis 6,9 im arteriellen Blut und einem solchen von 6,3 in der arbeitenden Muskulatur. Ein weiteres Absinken dieses Wertes in der Muskelzelle müßte zur Aktivierung der Lysosomenaktivität führen mit einer Selbstandauung der Zelle.

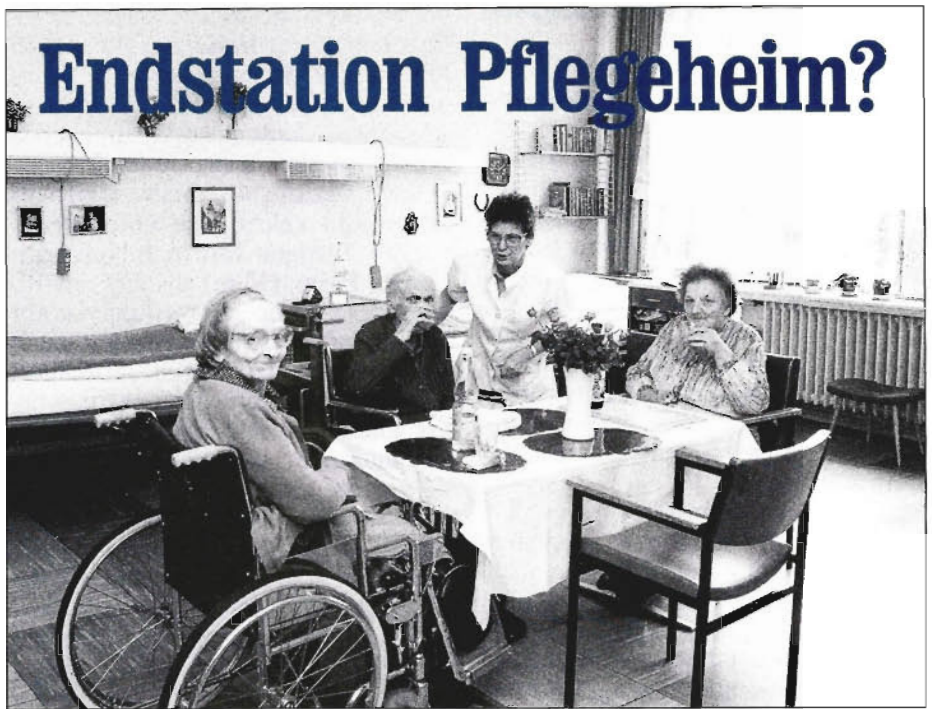
Dauert die dynamische Beanspruchung großer Muskelgruppen

mehrere Minuten, so wird jenseits einer zweiminütigen Beanspruchungsdauer die Leistungsfähigkeit von der Größe der Sauerstoffmenge bestimmt, welche der arbeitenden Muskelzelle pro Zeiteinheit angeboten wird. Damit wird die sogenannte „allgemeine aerobe dynamische Ausdauer“ zum entscheidend leistungsbegrenzenden Faktor. Ihr Bruttokriterium ist die maximale Sauerstoffaufnahme/min. Sie liegt bei Weltklassesportlern und -sportlerinnen um durchschnittlich 100 Prozent über den Durchschnittswerten männlicher und weiblicher Personen. Das entspricht bei weiblichen Weltklassesportlerinnen in Ausdauersportarten einem Wert von 4,5 bis 5 l/min, bei männlichen einem solchen von 6,0 bis 7,0 l/min. Bei einem Wirkungsgrad von 21 bis 25 Prozent können auf diese Weise Leistungen von etwa 500 W erzielt werden.

● Um derartige Leistungen erzielen zu können, bedarf es einer harmonischen Vergrößerung der leistungsbegrenzenden Strukturen und Funktionen. Das bedeutet ein Schlagvolumen des Herzens von 200 bis 220 ml, ein Herzminutenvolumen von 40 bis 42 l, eine Blutmenge von 7 bis 8 l, ein Atemminutenvolumen zwischen 150 und 230 l/min, eine maximale Diffusionskapazität der Lunge von über 100 ml/min/mmHg, eine gegenüber dem Normalwert um mindestens 60 Prozent verstärkte Kapillarisation in der arbeitenden Skelettmuskulatur sowie ein um mehr als 100 Prozent vergrößertes Mitochondrienvolumen bei gleichzeitig gestiegener Myoglobinmenge in der Skelettmuskulatur. Imponierend ist dabei die enge mathematische Beziehung zwischen zentralen und peripheren Faktoren im menschlichen Körper in ihrer strukturellen und funktionellen und somit biochemischen und biophysikalischen Adaptation.

#### Anschrift der Verfasser:

Univ.-Prof. Dr. med. Dr. h. c.  
Wildor Hollmann (em.),  
Univ.-Prof. Dr. med. Alois Mader  
Institut für Kreislaufforschung  
und Sportmedizin  
Deutsche Sporthochschule  
W-5000 Köln 41



„Das Pflegeheim darf keine Endstation sein. Es ist eine Alternative für die Menschen, bei denen alle anderen Möglichkeiten der pflegerischen Betreuung ausgeschöpft und als nicht durchführbar erkannt wurden.“  
Foto: Hansherbert Wirtz, Köln

### Dieter Platt, Jörg-Dieter Summa

Viele ältere Menschen sehen in der Verlegung in ein Pflegeheim das „Ende ihres Lebensabends“. Daher sollten ältere Menschen rechtzeitig daran denken, daß sie bei einer schweren Krankheit im Alter auch mit der Verlegung in ein Pflegeheim rechnen müssen. Darüber hinaus sollte die oftmals menschenunwürdige Situation alter pflegebedürftiger Menschen – ohne Versicherung – geändert werden. Es kann nicht angehen, daß alte Menschen, die ein Leben lang hart gearbeitet haben, am Lebensende als Almosenempfänger dastehen, ihr erspartes Vermögen aufbrauchen oder als Bittsteller bei Kindern, Enkeln oder Verwandten vorsprechen müssen.

#### Immer mehr alte Menschen

Nach einer Untersuchung in den USA (1) wurden 30 Prozent der Menschen, die 1986 starben, in einem Pflegeheim versorgt – 5 Prozent davon waren jünger als 45 Jahre, dagegen etwa 70 Prozent 95 Jahre und

älter. Mit der Zunahme der Lebenserwartung steigt auch die Wahrscheinlichkeit, daß hochbetagte Menschen in einem Pflegeheim untergebracht werden müssen.

Die Diskussion um die Pflegeversicherung ist immer noch nicht abgeschlossen – zum Nachteil der Betroffenen. Politische Querelen, Spitzfindigkeiten und Besserwisserie scheinen, wie so oft, wichtiger zu sein, als akut Entscheidungen zu treffen, denn der alte, besonders der pflegebedürftige alte Mensch kann nicht warten. Vor allem kann er nicht warten, bis die zur Zeit Verantwortlichen selbst in diesen Alterskreis kommen, denn dann können sie nicht mehr entscheiden.

Die Einstellung älterer Menschen zum Pflegeheim wird zum Beispiel durch Sätze wie: „Solange ich noch bei Verstand bin, gehe ich in kein Heim“ oder „ein Pflegeheim wäre das Ende, quasi Endstation“ deutlich.

Durch den Pflegenotstand kommt eine weitere, sehr ernst zu nehmende Komponente hinzu, zumal es gerade für alte, pflegebedürftige Menschen viel zu wenig speziell ausgebildetes Personal gibt. Nicht