Zeitschrift: Jugend und Sport : Fachzeitschrift für Leibesübungen der Eidgenössischen Turn- und Sportschule Magglingen

Herausgeber: Eidgenössische Turn- und Sportschule Magglingen

Band: 38 (1981)

Heft: 8

Artikel: Belastbarkeit und Trainierbarkeit der aeroben und anaeroben Leistungsfähigkeit bei Kindern und Jugendlichen

Autor: Weiss, Urusla

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-993825

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Belastbarkeit und Trainierbarkeit der aeroben und anaeroben Leistungsfähigkeit bei Kindern und Jugendlichen

Ursula Weiss

Marathon-Laufzeiten

Alter in Jahren	*Damen*	*Herren*	
4	–	6:03:35	USA-Rekorde Stand 1978
6	4:00:36	5:08:00	
8	3:51:09	3:55:04	
10	2:58:01	2:57:24	
13	2:55:00	2:43:02	Weltrekorde Stand 1979
14	2:50:21	2:31:24	
15	2:46:23	2:29:11	
16	–	2:23:47	
17	–	2:23:05	
18	2:39:48	2:17:44	
21	2:35:15	2:12:19	
26	2:27:33	2:08:34	

Abb. 1: USA- und Weltrekorde nach Altersjahren

Sowohl Halte- wie Bewegungsarbeit benötigen Energie. Diese wird im Muskel zum Teil anaerob (ohne Verwendung von Sauerstof), zum Teil aerob (unter Verwendung von Sauerstoff) bereitgestellt. Herz und Blutkreislauf stellen als Transportsystem die Verbindung her zwischen Aufnahmeorganen wie Lungen und Magen-Darmtrakt, dem Verbraucherort Muskel und den Ausscheidungsorganen wie Lungen, Nieren und Haut.
Ein leistungsfähiger Muskelstoffwechsel mit leistungsfähigen «Hilfsorganen» bildet die Basis für Ausdauerleistungsfähigkeit des Organimus, nämlich unterschiedlich hohe Belastungen während einer gewissen Zeit zu ertragen und sich danach rasch wieder zu erholen. (Näheres dazu siehe Lehrbücher der Biologie speziell Muskelphysiologie.)

1. Die Entwicklung der aeroben Leistungsfähigkeit

Über die Entwicklung der für die aerobe Leistungsfähigkeit wichtigen Grössen gibt es zahlreiche Untersuchungen, welche zum Teil zusammengefasst in den Lehrbüchern der Sportmedizin enthalten sind. Die folgenden Ausführungen stützen sich auf solche Angaben, wobei darauf verzichtet wird, diese durchgehend einzeln zu belegen. Die wichtigsten Quellen sind im Literaturverzeichnis angegeben.
Je jünger die Kinder sind und je länger die zur Diskussion stehende Belastung ist, um so schwieriger ist es, zuverlässige Mittelwerte für die *Normalleistungen bestimmter Altersgruppen* zu erhalten. Es gibt Zahlen über Langstreckenleistungen, doch handelt es sich in diesen Fällen durchwegs um trainierende Kinder. Vergleichswerte für nicht-trainierende Kinder fehlen verständlicherweise. Am besten dokumentiert sind Rekordleistungen, wie sie in Abb. 1 für den Marathonlauf wiedergegeben sind.
Ebenso gibt es über Sportarten wie Schwimmen, Radfahren oder Skilanglauf, welche mehr technisches Können verlangen, kaum Zahlenangaben für sehr junge Kinder oder dann auch nur für Trainierende.
Köhler publizierte 1976 Ergebnisse von 800-Meter- und 15-Minuten-Testläufen (Abb. 2 und 3).

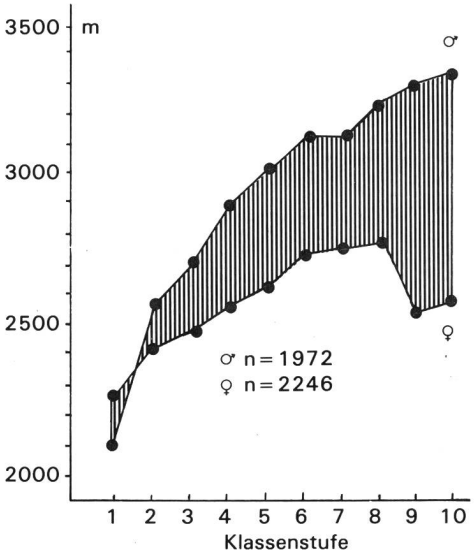

Abb. 2: 15-Minuten-Lauf (Köhler 1976). (1. Klasse = 6- bis 12jährige.)

Während nach diesen Messungen die zurückgelegte Strecke beim 15-Minuten-Lauf bei Knaben fortlaufend zunimmt, erreichen Mädchen bereits mit 12 bis 14 Jahren das Maximum (6. bis 8. Klasse, Altersangaben nach Koinzer, 1978).

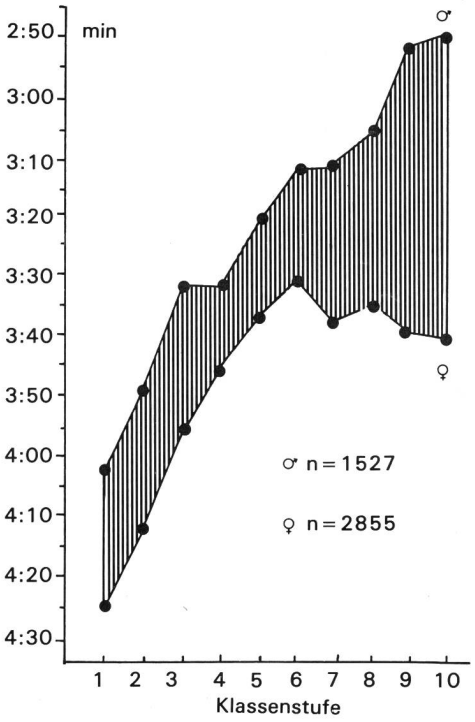

Abb. 3: 800-Meter-Lauf (Köhler 1976).

Ein ähnliches Kurvenbild ergibt sich auch bei den 800-Meter-Läufen, wobei bereits bei den 6- bis 7jährigen (1. Klasse nach Koinzer, 1978) ein deutlicher Geschlechtsunterschied zugunsten der Knaben besteht, möglicherweise eine Folge etwas grösserer körperlicher Aktivität und damit besserer Geübtheit.
Die geringe Leistungsentwicklung bei Mädchen dürfte zum Teil darauf beruhen, dass mit einsetzender Menarche häufig eine Zunahme des Unterhautfettgewebes verbunden ist, welche ein ungünstigeres Last-Kraft-Verhältnis zur Folge hat. Dieser Effekt wird noch dadurch verstärkt, dass bei Mädchen bereits mit 16 bis 18 Jahren die Kraftentwicklung zum Stillstand kommt. Zudem wird oft ein Wandel der Interessen und eine geringere Beteiligung am ausserschulischen Sport beobachtet, was sich ebenfalls ungünstig auf die weitere Leistungsentwicklung auswirken dürfte.

Das maximale Sauerstoffaufnahmevermögen wird bei Kindern und Jugendlichen ebenfalls mit zunehmendem Alter grösser. Entsprechend der Sauerstoffaufnahme nehmen auch Herzvolumen, maximales Schlag- und Minutenvolumen, Blutvolumen und die ventilatorischen Grössen wie Atemgrenzwert, maximales Atemminutenvolumen und Vitalkapazität zu (Abb. 4 und 5).

Bereits vor dem 10. Lebensjahr besteht nach den meisten Untersuchern ein Geschlechtsunterschied zugunsten der Knaben. Mit beginnender Pubertät wird der Unterschied deutlicher und ist mit 16 bis 18 Jahren hochsignifikant. Dabei erreichen Knaben das Maximum mit 18 bis 19 Jahren, während bei den Mädchen von der Pubertät an die Kurve flacher verläuft und bereits mit 14 bis 16 Jahren den Maximalwert erreicht (Abb. 6).

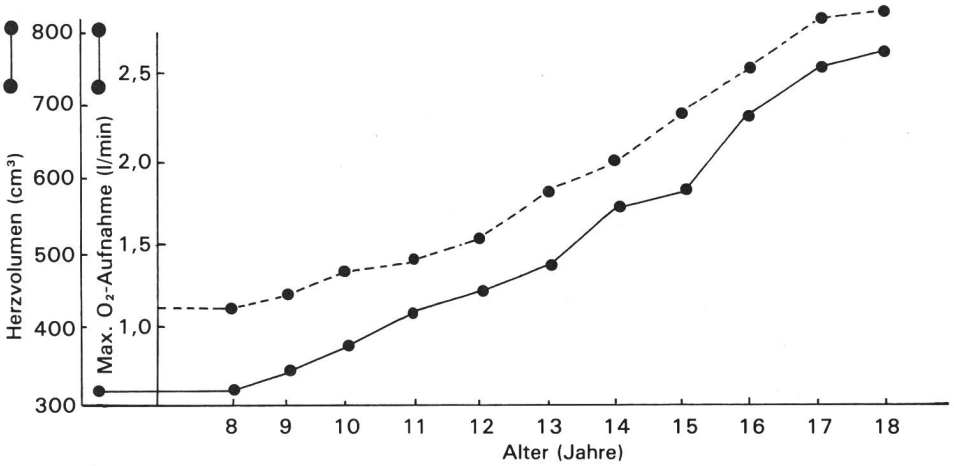

Abb. 4: Die Beziehung zwischen Herzvolumen, maximaler O_2-Aufnahme und Lebensalter bei 8- bis 18jährigen männlichen Jugendlichen (nach Hollmann und Bouchard).

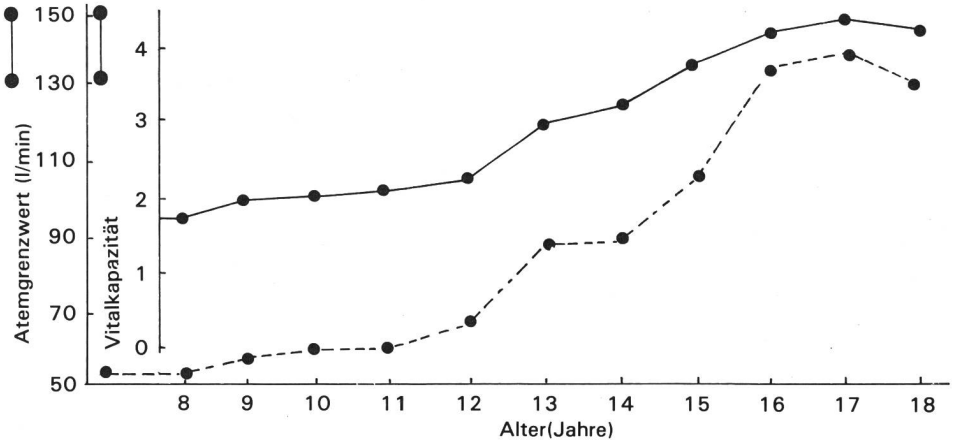

Abb. 5: Die Beziehung zwischen Atemgrenzwert, Vitalkapazität und Lebensalter bei 8- bis 18jährigen männlichen Jugendlichen (nach Hollmann und Bouchard).

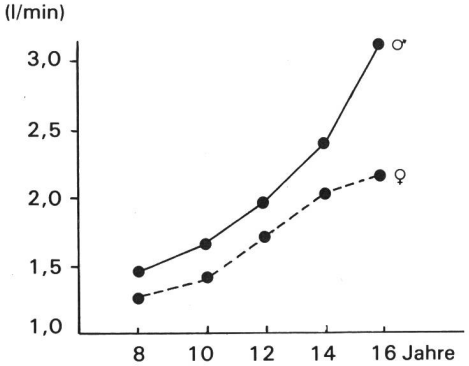

Abb. 6: Maximale Sauerstoffaufnahme in Beziehung zu Alter (8 bis 16 Jahre) und Geschlecht, ermittelt an norwegischen Kindern und Jugendlichen (nach Lange-Andersen u.a., 1974, zit. bei Gürtler 1976).

Eine weitere Steigerung ist nach Abschluss dieser Entwicklung nur noch durch gezieltes Training möglich.

Zur Beurteilung der sportlichen Leistungsfähigkeit ist es wichtig, diese Werte in Relation zum Körpergewicht zu betrachten, da es letztlich darauf ankommt, den Körper zu bewegen und dafür die Muskulatur mit genügend Energie zu versorgen.

Da das Körpergewicht entsprechend den oben erwähnten Grössen während der ganzen Entwicklung ebenfalls zunimmt, bleibt *das Verhältnis Herzvolumen/Körpergewicht beziehungsweise Sauerstoffaufnahme/Körpergewicht* etwa vom 8. Lebensjahr an konstant und ist praktisch gleich der eines jungen Erwachsenen (Abb. 7).

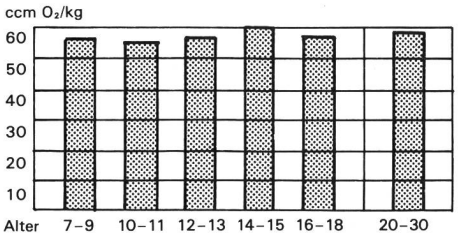

Abb. 7: Maximale O_2-Aufnahme pro kg Körpergewicht (Fusskurbelarbeit) bei 7- bis 8jährigen Jugendlichen (n = 63) und 20- bis 30jährigen Männern (n = 44) nach Åstrand), zit. bei Mellerovicz 1966).

moglobingehalt bezogen auf das Körpergewicht niedriger ist (Åstrand, 1976).
- Das kindliche Herz passt sich vor allem durch eine Frequenzsteigerung an höhere Belastungen an und noch nicht durch Erhöhung des Schlagvolumens, was gesamthaft unökonomischer ist.
- Entsprechend der geringeren Körperlänge ist auch die Schrittlänge geringer. Für die gleiche Strecke braucht das Kind eine höhere Schrittfrequenz, was wiederum unökonomischer sein dürfte.
- Besonders ungünstig dürfte sich beim Kind die geringere Muskelmasse auswirken, welche beim Kleinkind nur 25 Prozent, in der Pubertät 33 Prozent und beim Erwachsenen 40 Prozent des Körpergewichts ausmacht (Kindermann 1976).

Die günstigsten Werte werden von Knaben im Alter von 14 bis 15 Jahren erreicht (Åstrand, 1976; Parizkowa, 1972). Die Werte der Mädchen sind durchwegs etwas niedriger. Die Differenz beträgt ab Pubertät etwa 10 ml/min/kg. Die Zahlenangaben in der Literatur über die mittlere Sauerstoffaufnahme pro kg Körperwicht sind zum Teil recht verschieden, wahrscheinlich als Folge von Differenzen in der Untersuchungsmethodik und in der Auswahl der untersuchten Gruppen. Im Gegensatz zu Åstrand (1976) gibt Labitze (1976) für untrainierte Kinder einen niedrigeren Wert an, nämlich 40–48 ml/min/kg. Beim Vorschulkind allerdings ist die relative Sauerstoffaufnahme bei ergometrischen Untersuchungen deutlich geringer, möglicherweise infolge geringerer Auswertung des Sauerstoffs in der Peripherie. Dafür spricht nach Kindermann et al. (1976) auch das Konstantbleiben des Sauerstoffpulses bei ansteigender Belastung.
Klimt (1979) fand für Vorschulkinder folgende Werte für die maximale Sauerstoffaufnahme/kg Körpergewicht:

	4jährig	5jährig	6jährig
Knaben	26,38 ml	25,94 ml	30,27 ml
Mädchen	24,31 ml	29,50 ml	29,40 ml

In bezug auf *Faserzusammensetzung* der Muskulatur und *Mitochondrienvolumen* besteht bereits beim 6jährigen im Vergleich zum Erwachsenen kein wesentlicher Unterschied, wie dies Bell et al. (1980) nachweisen konnte. (Mitochondrien = Zellstrukturen, an denen die «Energiegewinnung mit Sauerstoff» abläuft.)
Nach Keul (1981) ist die *Zahl der Mitochondrien* bei Kindern sogar grösser, ebenso der *Anteil oxydativer Enzyme,* was eine raschere Verwertung der freien Fettsäuren zur Folge hat. Die *Spaltung der Fette* in Glycerol und freie Fettsäuren erfolgt etwa im gleichen Ausmass wie beim Erwachsenen.
Dies alles bedeutet nun allerdings nicht, dass Kinder und Erwachsene die gleichen *sportlichen Leistungen* erbringen können. Bei vergleichbarer Belastung nehmen Kinder, je jünger sie sind, mehr Sauerstoff auf und erreichen das Maximum bereits auf einer geringeren Belastungsstufe. Entsprechend haben Kinder eine wesentlich geringere Spannweite der Umsatzsteigerung unter Belastung. Sie beträgt nach Åstrand (1973) beim 8jährigen etwa das 9fache im Gegensatz zum 13fachen beim 17jährigen.

Diese Unterschiede dürften auf folgende Faktoren zurückzuführen sein:

- Die Fähigkeit, den Sauerstoff im Blut zu transportieren, ist beim Kind geringer, da der Hä-

Ein besonderes Verhalten in Abhängigkeit vom Alter zeigt die *Pulsfrequenz in Ruhe und unter Belastung.*
Im Gegensatz zu älteren Kindern liegt der Ruhepuls bei 8jährigen noch oft über 90 Schlägen/Minute. Auch erreichen jüngere Kinder bei vergleichbaren Belastungen rascher einen höheren Puls als ältere und kommen maximal nicht selten auf über 200 Schläge/Minute. Die Erholungspulskurve verläuft bei beiden Gruppen gleich. Die Spanne zwischen Ruhepuls und maximalem Arbeitspuls ist im Umfang wohl ähnlich wie bei Erwachsenen, liegt aber in einem höheren Frequenzbereich und ist damit belastender für das Herz.
Mit dem Älterwerden des Kindes passt sich das Herz-Kreislaufsystem mehr durch eine Erhöhung des *Schlagvolumens* an Belastungen an. Als Ausdruck dieser Veränderung steigt der *Sauerstoffpuls* beim älteren Kind unter Belastung an, während er beim jüngeren Kind weitgehend konstant bleibt.
In der 1. puberalen Phase ist die *Feinregulation des Kreislaufs* häufig etwas beeinträchtigt, weshalb, bei Knaben mehr als bei Mädchen, eine gewisse Tendenz zu Blutverteilungsstörungen mit Kollapsneigung besteht. Davon werden allerdings nur kurzfristige Anpassungsvorgänge, jedoch nicht die eigentliche Leistungsfähigkeit, betroffen (Ungerer 1977).
Da die aerobe Leistungsfähigkeit in engem Zusammenhang mit der Gewichts- und Organentwicklung steht, *ist bei der Beurteilung der körperlichen Leistungsfähigkeit nicht so sehr das chronologische, sondern das biologische Alter ausschlaggebend.* Besonders während der Pubertät besteht oft eine Differenz von bis zu 3 bis 4 Jahren. Umfangreiche Untersuchungen haben gezeigt, dass mit einzelnen Ausnahmen die Entwicklung der organischen Leistungsfähigkeit, die Organmasse und die Skelettentwicklung harmonisch verläuft und damit der akzelerierte Jugendliche gegenüber dem normalentwickelten und retardierten gleichaltrigen Jugendlichen eben leistungsfähiger ist. Im Erwachsenenalter können sich diese Differenzen voll ausgleichen, was bei der Talentbeurteilung Jugendlicher zu berücksichtigen ist.
Für die Praxis bedeutungsvoll ist die Frage, in welchem Alter die prozentual grösste Trainierbarkeit in bezug auf die Ausdauer besteht. Alle Untersucher sind sich darin einig, dass Kinder und Jugendliche, welche in Ausdauersportarten trainieren und Wettkämpfe bestreiten, *die gleichen biologischen Anpassungserscheinungen zeigen wie Erwachsene:* die maximale Sauerstoffaufnahme/kg Körpergewicht liegt höher, das Herzvolumen wird grösser, die Pulsfrequenz bei gleicher Belastung liegt tiefer beziehungsweise der Sauerstoffpuls steigt an. So

nehmen einzelne 11- bis 14jährige Kinder nach mehrjährigem Training über 70 ml Sauerstoff/kg Körpergewicht auf, Werte, die denen von Spitzenathleten in Ausdauersportarten nahekommen (Kindermann et al. 1976). Die Zahlenangaben in der Literatur variieren allerdings stark, erfolgt doch die Auswahl der Gruppen je nach Untersucher verschieden. Oft fehlen auch Angaben über gleichaltrige nichttrainierende Kontrollgruppen, so dass eine vergleichende Beurteilung der recht zahlreichen Untersuchungen wenig sinnvoll ist. Trotzdem seien im folgenden einige Beispiele zitiert:

- 7- bis 8jährige Schüler erhielten während 2 Jahren zwei zusätzliche Sportstunden pro Woche, während welcher die Herzfrequenz aber kaum über 140 Schläge pro Minute stieg. Der Leistungszuwachs betrug 35 Prozent, bei der Kontrollgruppe 20 Prozent. Der Unterschied ist statistisch nicht signifikant (Kindermann et al. 1976).
- Auch Schüler einer Sportförderklasse, welche vom 14. bis 18. Altersjahr mehr Sport trieben, zeigten gegenüber ihren gleichaltrigen Mitschülern keine nennenswerte Verbesserung im aeroben Bereich (Kindermann et al. 1976). Auch hier dürfte die Ausdauerbelastung zu unterschwellig gewesen sein.
- Bei einem Versuch mit 11- bis 13jährigen Knaben, die dreimal wöchentlich während 20 bis 50 Minuten Dauer mit 70 Prozent ihres maximalen Sauerstoffaufnahmevermögens belastet wurden, stellte Eriksson 1973 nach Abzug eines wachstumbedingten Zuwachses eine Zunahme der maximalen Sauerstoffaufnahme von 14 bis 16 Prozent fest. Die Pulsfrequenz lag am Ende der Versuchsperiode um 10 bis 15 Schläge/Minute tiefer. Das maximale Schlagvolumen und die Aktivität der oxydativen Enzyme waren erhöht.
- Labitzke (1976) führte während 6 Jahren bei regelmässig trainierenden Kindern der 5. Klasse spiroergometrische Tests durch. Das durchschnittliche Alter dieser Schüler betrug 11 bis 11 ½ Jahre. Die trainierten Kinder zeigten gegenüber der Gruppe der untrainierten, für welche in der Literatur eine maximale Sauerstoffaufnahme/kg Körpergewicht im Bereich von 40–48 ml angegeben wird, deutlich höhere Werte, nämlich im Schnitt für Knaben 60 ml/kg, für Mädchen 55 ml/kg.

Die *grösste Effizienz* ist nach vielen Autoren allerdings erst nach dem 10./11. Altersjahr zu erwarten. Bei jüngeren Kindern ist eine Leistungssteigerung zu einem grossen Teil – wie wohl bei jedem Trainingsanfänger – in erster Linie auf eine Verbesserung im motorischen Bereich zu-

rückzuführen. Eine verbesserte Bewegungskoordination hat einen wirkungsvollen und ökonomischeren Krafteinsatz zur Folge, was in erhöhter Schnelligkeit und grösserer Ausdauer zum Ausdruck kommt.
Zusätzlich scheint es nach andern Untersuchungen bei relativ hohen Trainingsbelastungen doch auch schon vor dem 10. Altersjahr zu entsprechenden Anpassungen im Stoffwechselbereich zu kommen. Mayers und Gutin (1979) untersuchten 8 Cross-Country-Läufer mit einem mittleren Alter von 10,2 Jahren im Vergleich mit einer entsprechenden Gruppe nichttrainierender Kinder. Die Läufergruppe trainierte zu diesem Zeitpunkt bereits seit 2 bis 4 Jahren mit einem Umfang von 32–88 km pro Woche, aufgeteilt auf 3 bis 5 Trainingseinheiten. Die Laufzeiten über eine Meile betrugen im Mittel 5:50, bei der Vergleichsgruppe 7:37. Das Körpergewicht war bei beiden Gruppen annähernd gleich, doch betrug der Fettanteil bei der Läufergruppe nur 15,8 Prozent gegenüber 17,8 Prozent bei der Vergleichsgruppe. Die Läufer erreichten im Mittel eine maximale Sauerstoffaufnahme von 56 ml/kg Körpergewicht im Gegensatz zur Vergleichsgruppe mit 45,6 ml/kg Körpergewicht. Diese Werte stimmen mit Angaben der Literatur gut überein: Hockeyspieler 56,6 (Cunningham 1976), Schwimmer 52,5 (Cunninghang 1973), Cross-Country-Mädchen 56,7 (Brown et al. 1972) und Cross-Country-Knaben 59,6 (Daniels et al. 1978).
Auch Rost und Mitarbeiter (1980) fanden bei 8- bis 10jährigen, intensiv trainierenden Schwimmern bereits eine erhöhte Sauerstoffaufnahme und eine relative Herzdilatation mit Hypertrophie.
Schädigende Auswirkungen eines Ausdauertrainings auf das Herz-Kreislaufsystem werden von keinem Autor erwähnt, sofern die Kinder und Jugendlichen gesund sind. Einzig gleichförmiges Laufen auf harter Unterlage oder mit ungeeignetem Schuhwerk kann bei Kindern, welche noch im Wachstum stehen, einmal mehr zu Überlastungsschäden im Bereich des passiven Bewegungsapparates führen (Weiss 1980).

2. Die Entwicklung der anaeroben Leistungsfähigkeit

Eine intensive Belastung bis zur Dauer von 20 Sekunden, zum Beispiel in Form eines Sprints, wird von gesunden Kindern und Jugendlichen ohne besondere Schwierigkeiten ertragen. Die Energiebereitstellung erfolgt in dieser Phase weitgehend anaerob-alaktazid, das heisst durch Abbau der energiereichen Phosphatverbindungen (ATP und Kreatinphosphat). Kinder und Erwachsene unterscheiden sich in diesem Bereich kaum voneinander. Bei längerer Belastungsdauer erfolgt die Energiebereitstellung zunehmend über die Glykolyse, wordurch der Milchsäuregehalt der Gewebe und des Blutes stark ansteigt (sog. anaerob-laktazide Phase).
Die Höhe der Laktatbildung bei maximaler Belastung, der wichtigsten Messgrösse der anaeroben Leistungsfähigkeit, ist abhängig von der Art der Belastung, dem Lebensalter, dem Geschlecht und dem Trainingszustand der Probanden (Abb. 8).

Alter	8,9±0,7 J. (n=23)	14,6±0,4 J. (n=28)	24,7±2,4 J. (n=14)	Leistungssportl. 400/400-m-Hürden (n=13)
pH	7,249±0,041	7,154±0,046	7,022±0,053	6,969±0,042
Laktat (mmol/l)	9,69±1,98	13,19±1,70	18,73±1,53	21,98±1,58
Herzfrequenz	196±7	195±6	198±7	
Laufzeit (sec.)	78,7±7,7 (300 m)	70,0±4,7	63,4±4,5	46,2 (400 m) 51,3 (400-m-Hü.)

Abb. 8: Maximalwerte (Mittelwerte und Standardabweichungen) für pH, Laktatspiegel und Herzfrequenz nach 300- beziehungsweise 400-m-Läufen von Normalpersonen verschiedener Altersklassen und Leistungssportlern (Kindermann et al. 1975). Die unterschiedliche zeitliche Belastungsdauer (50 bis 80 Sekunden) wirkt sich nach Voruntersuchungen derselben Autoren innerhalb des genannten Zeitraumes nicht entscheidend auf das Ausmass der Übersäuerung aus.

Die in der Abb. 8 aufgeführten Werte entsprechen auch den Feststellungen anderer Untersucher, nämlich dass jüngere Kinder noch nicht so hohe Säurewerte erreichen wie Jugendliche und Erwachsene. Erst im Verlauf der Pubertät steigt unter Belastung der Milchsäuregehalt im Blut deutlich auf über 10 mMol/l an, um beim trainierten Erwachsenen Werte von über 20 mMol/l zu erreichen. Dies ist nach Eriksson (1973) unter anderem darauf zurückzuführen, dass die Phosphofruktokinase-Aktivität, ein Enzym der anaeroben Eneregiebereitstellung, wesentlich niedriger ist und bei 11- bis 13jährigen noch kaum 50 Prozent des Wertes bei jungen Erwachsenen beträgt.
Die anaerobe Kapazität, gemessen in Watt/kg Körpergewicht, ist bei *Knaben und Mädchen* bis zum 11./12. Lebensjahr annähernd gleich. Dies stimmt auch für die Laktatwerte, solange die Belastungen gering sind. Mit steigender Belastung aber und fortgeschrittener Entwicklung ist der Milchsäurespiegel bei den Mädchen signifikant höher. Bei Arbeitsbelastungen mit gleicher Intensität pro kg Körpergewicht erschöpft sich offenbar die aerobe Energiegewinnung bei älteren Mädchen eher als bei Knaben, weshalb sich bei Mädchen die anaeroben Stoffwechselprozesse stärker geltend machen. Diese Unterschiede treten bereits bei 7- bis 9jährigen Kindern auf und werden bei 12jährigen sehr deutlich (Komadel 1975).
Die anaerobe Leistungsfähigkeit ist grundsätzlich auch bei Kindern und Jugendlichen durch Training etwas zu verbessern. So stieg die Phosphofruktokinase-Aktivität bei 12- bis 13jährigen Kindern nach einem 4monatigen Training deutlich an, blieb aber noch deutlich unter den Werten untrainierter Erwachsener (Eriksson, zit. bei Kindermann 1975). Nach Koinzer (1978) sollen die besten Trainingseffekte für Mädchen zwischen dem 12. und 15./16., für Knaben zwischen dem 14. und 18./19. Lebensjahr zu erzielen sein. Allerdings dürfte in diesem Zeitpunkt die Leistungsverbesserung auch durch eine gesteigerte Kraftentwicklung mitbedingt sein.

3. Empfehlungen für die Praxis

Für die Entwicklung und Erhaltung einer optimalen anaeroben wie aeroben Leistungsfähigkeit sind, wie für alle andern Konditionsanteile, entsprechende Belastungsreize notwendig. Das Risiko einer Überbelastung ist gering, verglichen mit der gesundheitlichen Gefährdung infolge Mangel an körperlicher Betätigung.
Für den *anaeroben Bereich* sei noch einmal hervorgehoben, dass Kinder – jedenfalls bis nach der ersten puberalen Phase – weniger leistungsfähig und trainierbar sind als ältere Jugendliche.

- Da die biochemischen Voraussetzungen für gute Stehvermögensleistungen noch gar nicht vorhanden sind, lohnt sich der Aufwand eines gezielten Trainings für die Altersstufen vor der Pubertät kaum.
- Auch gehören die Trainingsformen zur Verbesserung des Stehvermögens zu den härte-

sten und oft monotonsten. Aus pädagogischen Gründen empfiehlt sich deshalb, mit einem solchen Training erst nach der Pubertät zu beginnen.

- Die Erholungsfähigkeit nach maximalen anaeroben Belastungen ist schlechter als bei Erwachsenen. Bei einem forcierten Training in diesem Bereich besteht deshalb die Gefahr einer chronischen Übermüdung mit Rückgang der Motivation, was zum Abbruch des begonnenen Leistungsaufbaus führen kann.
- Dieser Prozess wird möglicherweise noch dadurch verstärkt, dass bei einseitig anaerobem Training die Entwicklung der aeroben Kapazität zu kurz kommt. Der Mangel an Ausdauer, das heisst Widerstandsfähigkeit gegen Ermüdung, wird sich spätestens dann negativ auswirken, wenn Dauer und Anzahl Trainingseinheiten erhöht werden sollen.

Im Gegensatz zur anaeroben Kapazität ist die *aerobe Leistungsfähigkeit* von Kindern, Jugendlichen und jungen Erwachsenen gleichermassen gut entwickelt und ohne besondere Belastungsrisiken, da die Entwicklung aller ausschlaggebenden Faktoren harmonisch verläuft.

- Vom gesundheitlichen Standpunkt aus nimmt die Dauerleistungsfähigkeit unter den Konditionsfaktoren den wichtigsten Platz ein. Dies gilt für Kinder wie Erwachsene.
- Bei 15- bis 25jährigen Versuchspersonen hat eine Laufbelastung von 3 mal 30 Minuten/Woche mit einer Pulsfrequenz von 80 Prozent des Maximalwertes nach 23 Wochen zu einer Verbesserung der Dauerleistungsfähigkeit geführt (Spring et al. 1976). Ob diese Belastung auch bei jüngeren Kindern im Rahmen eines Fitnesstrainings zur Verbesserung der Dauerleistungsfähigkeit genügt, müsste erst noch überprüft werden.
- Auf die Bedeutung einer guten Ausdauer als Basis für den langfristigen Trainingsaufbau des Nachwuchses wurde bereits im Zusammenhang mit der anaeroben Kapazität hingewiesen.
- Um einen markanten Leistungszuwachs zu erreichen, müssen Ausdauerbelastungen im Training von Kindern und jungen Wettkämpfern recht umfangreich sein. Bei sorgfältigem Trainingsaufbau werden diese jedoch ohne Schwierigkeiten ertragen.
- Wesentlich für das Training der aeroben Kapazität ist allerdings, dass die Kinder gesund sind und nicht durch übergrossen Ehrgeiz zu Leistungen getrieben werden, welche die aerob-anaerobe Schwelle überschreiten.
- Besondere Beachtung verdient auch beim Ausdauertraining der Bewegungsapparat. Bei sehr einseitigem Training auf harter Unterlage oder bei Verwendung ungeeigneter Schuhe besteht besonders beim wachsenden Kind und Jugendlichen die Gefahr chronischer Schädigung im Bereich der Wachstumszonen, das heisst des Bewegungsapparates.

Abschliessend zu diesen entwicklungsbiologischen Ausführungen sei folgendes festgehalten:

Der Organismus des Menschen reagiert als biologisches System auf entsprechende Belastungen mit strukturellen und funktionellen Anpassungen. Mader (1980) sagt dazu:

«Wenn ich effektive Trainingsmethoden anwende, dann manipuliere ich speziell im Wachstumsalter ganz erheblich morphologisch und funktionell den Organismus. Manipulieren ist in dem Sinn zu verstehen, dass der Körper bewusst verändert wird. Dabei gibt es auch heute noch viele unbekannte Fakten.» Und weiter: «Die kritiklose Meinung, dass das Training unbedenklich bezüglich der Gesundheit sei, ist beim heutigen Erkenntnisstand nicht mehr haltbar.»

Die Problematik der biologischen Anpassungen – Förderung oder Gefährdung? – ist in der Auseinandersetzung mit dem modernen Hochleistungssport und dem dazuführenden Kinder- und Jugendtraining nur *ein* Aspekt, welcher durch die Betrachtung der Entwicklung der Persönlichkeit und sozialen Bezüge erweitert werden muss, sollen Athleten nicht zu Kraftrobotern und Laufmaschinen degradiert werden.

Nur eine *ganzheitliche Betrachtung* unter Verwendung fundierter Langzeitstudien, die zurzeit noch weitgehend fehlen, kann die notwendige Grundlage bilden, um verantwortungsbewusst das Pro und Contra in der zukünftigen Entwicklung des Hochleistungssportes abwägen zu können. Gerade weil noch im Wachstum und in der Entwicklung stehende junge Menschen in dieses Geschehen einbezogen werden, kann sich weder der einzelne noch die Gesellschaft der Verantwortung für das, was diese Kinder tun oder was mit ihnen getan wird, entziehen.

Literaturverzeichnis

van Aaken, E.: Die Ausdauer des Kindes. Edition Spiridon, Hilden 1979. Altersgrenze und Belastungsgrössen im Jugendleistungssport. Zusammenfassung einer Podiumsdiskussion. Schriftenreihe «Bericht und Analysen» Hef 38, Hrsg. Deutsche Sportjugend, Frankfurt a.M. 1980.

Åstrand, P.O., K. *Rodahl:* Manuel de Physiologie de l'exercice musculaire. Masson, Paris 1973.

Åstrand, P.O.: Physiology. In: Albison Ph.D. Child in Sport and Physical Activity. Univ. Park Press, Baltimore/London/Tokio 1976.

Bell, R.D., J.D. *McDougall,* R. *Billeter,* H. *Howald:* Muscle fiber types and morphometric analysis of skeletal muscle in six-year-old children. Med. and Science in Sports and Exercise 12 (1980) 28–31.

Blümchen, G., J. *Nöcker,* H. Weidemann, F. *Schubert:* Langzeitbeobachtungen an Jugendlichen über Auswirkungen am Herz-Kreislaufsystem bei Hochleistungstraining und bei Schulsport. Dt. Zschr. Sportmed. 29 (1978) 263–272.

Bouchard, C.: Sport im Jugendalter. Zentrale Themen der Sportmedizin. Hrsg. W. Hollmann. Springer, Berlin/New York 1972.

Brantschen, W., H. *Neuenschwander,* H. *Howald:* Die körperliche Entwicklung von Schweizer Jugendlichen. Schweiz. Zschr. Sportmed. 2 (1978) 65–88.

Brown, H.C., J.R. *Harrower,* M.F. *Deeter:* The effects of cross country running on preadolescent girls. Med. Sci. Sports 4 (1972) 1–5.

Cunningham, D.A., R.B. *Eynon:* The working capacity of young competitive swimmers 10–16 years of age. Med. Sci. Sports 5 (1973) 227–231.

Cunningham, D.A., P. *Telford,* G.T. *Swart:* The cardiopulmonary capacities of young hockey players age 10. Med. Sci. Sports 8 (1976) 23–25.

Daniels, J. et al.: Differences and changes in VO_2 among young runners 10 to 18 years of age. Med. Sci. Sports 19 (1978) 200–203.

Ditter, H., P. *Nowacki,* E. *Simai,* U. *Winkler:* Das Verhalten des Säure-Basen-Haushalts nach erschöpfender Belastung bei untrainierten und trainierten Jungen und Mädchen im Vergleich zu Leistungssportlern. Sportarzt u. Sportmed. 28 (1977) 45–48.

Eriksson, B.O., P.D. *Gollnick,* B. *Saltin:* Muscle metabolism and enzyme activities after training in boys 11–13 years old. Acta Physiol. Scand. 87 (1973) 485. Acta Paed. Belgica 28 (1974) 245–252.

Gürtler, H., H. *Gärtner:* Die körperliche Entwickung und sportliche Leistungsfähigkeit im Kindesalter. Med. und Sport 16 (1976) 106–117.

Hollmann, W., C. *Bouchard:* Untersuchungen über die Beziehungen zwischen chronologischem und biologischem Alter zu spiroergometrischen Messgrössen, Herzvol., anthropometr. Daten und Skelettmuskelkraft bei 8- bis 18jährigen Jungen. Z.f. Kreislaufforschung. 59 (1970) 160–176.

Ioch, W.: Körpergewicht und sportliche Leistungsfähigkeit. Dt. Zschr. Sportmed. 29 (1978) 76–80.

Keul, J.: Zur Belastbarkeit des kindlichen Organismus aus biochem. Sicht. In: Howald H. (Hrgs) Bericht des 19. Magglinger Symposiums. Schriftenreihe der ETS Magglingen 1981.

Kindermann, W., G. *Huber,* J. *Keul:* Anaerobe Kapazität bei Kindern und Jugendlichen in Beziehung zum Erwachsenen. Sportarzt und Sportmed. 26 (1975) 112–115.

Klimt, F.: Probleme der Leistungsentwicklung im Vorschulalter. Vervielf. Forschungsinstitut ETS, Magglingen 1979.

Köhler, H.: Untersuchungen zu Entwicklungskennlinien der Ausdauer im Schulalter. Theorie und Praxis Körperkultur 25 (1976) 99–107.

Koinzer, K.: Zur Geschlechtsdifferenzierung konditioneller Fähigkeiten und ihrer organischen Grundlagen bei untrainierten Kindern und Jugendlichen im Schulalter. Medizin und Sport 18 (1978) 144–150.

Komadel, L.: Sportmedizinische Probleme beim Training mit Jugendlichen. Leistungssport 5 (1975) 74–82.

Labitzke, H., M. *Vogt:* Die Anpassungsfähigkeit des kindlichen Organismus an sportliche Belastungen. Med. u. Sport 16 (1976) 151–154.

Lange-Andersen, K., J.R. *Magel:* Physiological adaptation to a high level of habitual physical activity during adolescent. Int. Z. angew. Physiol. 3 (1970) 209.

Mader, A.: Hochleistungssport ist nicht völlig ohne gesundheitliches Risiko denkbar. In: Altersgrenzen und Belastungsgrössen im Jugendleistungssport. Hrsg. Deutsche Sportjugend, Berichte und Analysen H. 38, Frankfurt a.M. 1980.

Mayers, N., B. *Gutin:* Physiological characteristics of elite pubertal cross-country runners. Med. Sci. Sports 11 (1979) 172–176.

Mellerowicz, H.: Das körperliche Leistungsvermögen der heutigen Jugend. Juventa Verlag, München 1966.

Parizkova, J.: Body fat and physical fitness. Martinus Nijhoff, The Hague 1977.

Rost, R., H. *Gerhardus,* W. *Hollmann:* Untersuchungen zur Frage eines Trainingseffektes bei Kindern im Alter von 8 bis 10 Jahren im kardiopulmonalen System. In: Novacki P.E., Böhmer D. (Hrsg.) Sportmedizin, G. Thieme, Stuttgart 1980.

Spring, H., *Claassen* H., *Moesch* H., *Klissouras* V., *Howald* H.: Ultrastrukturelle und biochemische Veränderungen in Skelettmuskeln von Zwillingen durch ein 23wöchiges Dauerleistungstraining. Jugend und Sport 33 (1976) 229–306

Ungerer, D.: Leistungs- und Belastungsfähigkeit im Kindes- und Jugendalter. Verlag Hofmann, Schondorf 1977.

Wasmund, U., P. *Nowacki:* Untersuchungen über Laktatkonzentrationen im Kindesalter bei verschiedenen Belastungsformen. In: Dt. Zschr. Sportmed. 29 (1978) 66–75.

Weiss U.: Belastbarkeit und Trainierbarkeit des Bewegungsapparates bei Kindern und Jugendlichen. Jugend und Sport 37 (1980) 254–258.

Anschrift der Verfasserin:
Dr. med. Ursula Weiss
Dipl. Turn- und Sportlehrerin
Forschungsinstitut der
Eidg. Turn- und Sportschule
CH-2532 Magglingen