

ANDREAS SCHMID

Leistungsphysiologische Untersuchungen bei unterschiedlichen Sportarten des Behinderten-Leistungssports

Seit einigen Jahren hat im Bereich des Behindertensports durch eine umfangreiche Leistungsentwicklung auch die sportmedizinische Betreuung, insbesondere in Ausdauersportarten, an Bedeutung gewonnen. Das Augenmerk der Betreuung richtet sich nicht mehr nur auf die Erkennung und Behandlung klinischer Erkrankungen und Überforderungszustände, sondern auch auf die Gewinnung trainingsrelevanter Daten, um so zur Optimierung der Leistungsfähigkeit und zur Verbesserung der Wettkampfergebnisse behinderter Sportler beizutragen (SCHMID u.a. 1998a). Um die erhobenen Ergebnisse in die Trainingspraxis umsetzen zu können, sollte die Ergometrieform möglichst sportartspezifisch sein (BERG u.a. 1990). In den Ausdauersportarten wird vor allem der Stufentest routinemäßig auf unterschiedlichen Ergometern durchgeführt. Überwiegend werden dabei Herzfrequenz, Laktat und die spirometrischen Daten in Ruhe, am Ende der jeweiligen Belastungsstufen und in der Nachbelastungsphase bestimmt (HECK u.a. 1985; KINDERMANN/SIMON/KEUL 1979). Die Untersuchungen und Erfahrungen aus dem Leistungssport nichtbehinderter Sportler können nicht ohne weiteres auf den Behindertensport übertragen werden (COMPTON/EISENMAN/HENDERSON 1989; COUTTS/MCKENZIE 1995; DRESEN u.a. 1985; LIN u.a. 1993; SCHMID u.a. 1998c). Im Folgenden sollen die Schwierigkeiten, aber auch die Möglichkeiten leistungsphysiologischer Untersuchungen bei behinderten Leistungssportlern am Beispiel unterschiedlicher Sportarten dargestellt werden.

Rollstuhl-Leichtathletik

Rollstuhl-Leichtathleten unterziehen sich einem Stufentest (Anfangsbelastung lag bei 20 Watt mit 10 Watt Steigerungsschritten in dreiminütigen Intervallen) auf dem Rollstuhlergometer (Ergotronic 9000, Firma Sopur) im Rennrollstuhl bis zur subjektiven Erschöpfung (Abb. 1). Beim Vergleich der maximalen Leistung auf dem Rollstuhlergometer und der Geschwindigkeit bei persönlicher Marathonbestzeit, zeigt sich ein statistisch hochsignifikanter Zusammenhang. Ebenfalls eng korreliert sind die maximale Sauerstoffaufnahme während der Rollstuhlergometrie und die Marathonbestzeit.

Trotz dieser vielversprechenden Ergebnisse erscheint die stufenweise Belastungssteigerung auf dem Rollstuhlergometer bei Rollstuhlschnellfahrern den Aspekt der veränderten Biomechanik bei Geschwindigkeitssteigerung nicht zu berücksichtigen.

Deshalb können die Rollstuhlschnellfahrer ebenfalls auf dem Laufband untersucht werden (Abb. 2). In Anlehnung an die Untersuchung von Läufern beginnt die Belastung mit 8 km/h, die Geschwindigkeit wird bei einer Laufbandsteigung von 1,5% alle 3 Minuten um 2 km/h gesteigert. Auch bei dieser Untersuchung korreliert die maximal erbrachte Geschwindigkeit und die erreichte maximale Sauerstoffaufnahme statistisch hochsignifikant mit der Geschwindigkeit der persönlichen Marathonbestzeit.



Abb. 1: Rollstuhlschnellfahrer mit Paraplegie bei der Rollstuhlergometrie



Abb. 2: Rollstuhlschnellfahrer mit Tetraplegie bei der Laufbandergometrie im Rollstuhl

Vergleicht man die Maximaldaten der Rollstuhlschnellfahrer zwischen Rollstuhlergometrie und Laufbandergometrie werden bei der Laufbanduntersuchung höhere Herzfrequenzen, höhere Laktatkonzentrationen und höhere Sauerstoffaufnahmen gemessen. Dies spricht dafür, daß die Sportler aufgrund des subjektiven Gefühls auf dem Laufband eine höhere Ausbelastung erreichen.

Die Rollstuhl-, mehr noch die Laufbandergometrie kann also sehr gut zur Objektivierung des Leistungsstandes und zur Trainingssteuerung von Rollstuhlschnellfahrern herangezogen werden (SCHMID u.a. 1994a).

Rollstuhl-Basketball

Rollstuhl-Basketballspielerinnen absolvieren einen Stufentest auf dem Rollstuhlergometer (beginnend mit 20 Watt, 10 Watt Steigerungsschritte in dreiminütigen Intervallen, konstante Geschwindigkeit 10 km/h) bis zur subjektiven Erschöpfung. Die Kaderathletinnen der Deutschen Nationalmannschaft im Rollstuhl-Basketball erreichten auf dem Rollstuhlergometer bei einer maximalen Leistung von 59,9 Watt eine maximale Sauerstoffaufnahme von 33,7 ml/kg/min, bei einer Herzfrequenz von 181 Schlägen/min und einer maximalen Laktatkonzentration von 9,1 mmol/l. Herzfrequenz, Laktatkonzentration und Sauerstoffaufnahme am Ende der Belastung lagen im Bereich der Kriterien für kardiozirkulatorische, metabolische und pulmonale Ausbelastung von Nichtbehinderten. Für tiefer Gelähmte und Amputierte ergab sich eine günstigere Arbeits- und Atmungsökonomie (HUTZLER 1993; ROTSTEIN u.a. 1994).

In einem Feldtest wurden die physiologischen Belastungsreaktionen während eines Basketballspiels bestimmt. Während des wettkampfmäßigen Basketballspiels lag die durchschnittliche Herzfrequenz bei 151 Schlägen/min mit einer mittleren Laktatkonzentration von 2,2 mmol/l (Abb. 3). Wesentlich ist der Tatbestand, daß Sportlerinnen mit höherer aerober Kapazität ermittelt aus dem vorausgegangenem Stufentest neben anaerob alaktazider Kapazität und Sportlerinnen aus höheren Schadensklassen eine bessere Spielbewertung nach einem Punktesystem erreichen konnten. Eine gute aerobe Kapazität ist deshalb für Basketballspielerinnen auch im Hinblick auf die Spielstärke notwendig, deshalb sollten weiterhin Rollstuhlergometrien zur Objektivierung des Leistungsstandes und zur Gewinnung trainingsrelevanter Daten durchgeführt werden. Die anaerob laktaziden Fähigkeiten spielen nur eine untergeordnete Rolle (COUTTS 1988; SCHMID u.a. 1998b; VANLANDEWIJCK/SPAEPEN/LYSENS 1994).

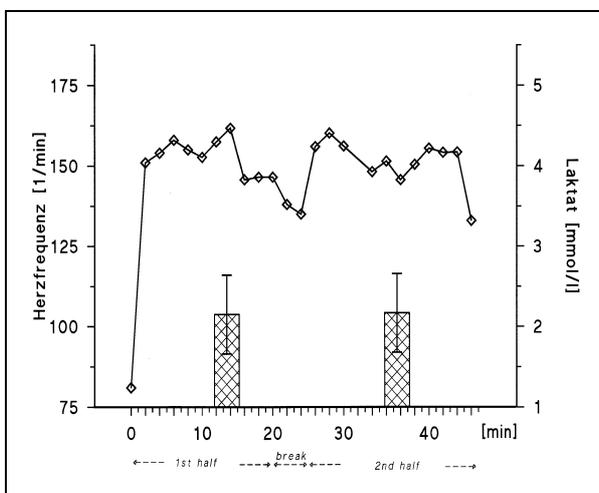


Abb. 3: Durchschnittliche Herzfrequenz und Laktatkonzentration von Rollstuhl-Basketballspielerinnen während eines Rollstuhl-Basketballspiels

Skilanglauf und Langlaufschlitten

Sehbehinderte (B-Klassen) und amputierte bzw. gleichgestellte (LW-Klassen) SkilangläuferInnen werden zur Objektivierung des Leistungsstandes im Trainingszyklus und zur Gewinnung trainingsrelevanter Daten regelmäßig mittels eines Stufentests auf dem Laufband (5% Steigung, beginnend mit 6 km/h, 2 km/h Steigerungsschritte in dreiminütigen Intervallen) oder – wenn eine Laufbanduntersuchung aufgrund der Behinderung nicht möglich ist – mittels Stufentest auf dem Fahrradergometer (beginnend mit 100 Watt, 50 Watt Steigerungsschritte in dreiminütigen Intervallen) bis zur subjektiven Erschöpfung untersucht. Die oben beschriebene Laufbandergometrie kann unter Berücksichtigung der Wettkampfergebnisse entsprechend den Erfahrungen bei nichtbehinderten Sportlern als ausreichend sportartspezifische Ergometrieform bezeichnet werden. Insbesondere waren auch jahreszyklische Schwankungen der maximalen Leistungsfähigkeit, der aeroben und der anaeroben Kapazität durch entsprechende Trainingsstrukturierung bei den Kaderathleten zu objektivieren (HECKER 1995; SCHMID u.a. 1991, 1994b).

Schwieriger gestaltet sich die Leistungsuntersuchung bei Langlaufschlitten-Fahrern (Abb. 4). Nachdem der Stufentest weder auf dem Rollstuhlergometer (beginnend mit 20 Watt, 10 Watt Steigerungsschritte in dreiminütigen Intervallen, konstante Geschwindigkeit 10 km/h), noch am Handkurbelergometer (beginnend mit 25 Watt, 25 Watt Steigerungsschritte in dreiminütigen Intervallen) eine ausreichende Korrelation mit den im sportartspezifischen Feldtest ermittelten Daten aufwies, wurde eine Skischlittnergometrie auf dem Laufband (beginnend mit 0% Steigung, 2% Steigerungsschritte in dreiminütigen Intervallen, konstante Geschwindigkeit 6 km/h) entwickelt (Abb. 5). Bei der sportartspezifischen Skischlittnergometrie auf dem Laufband wird im Vergleich zu den anderen Ergometrieformen aerob und anaerob laktazid der höchste Ausbelastungsgrad erreicht, die ermittelten Daten korrelieren signifikant mit den im Feldtest erhobenen Befunden.



Abb. 4: Langlaufschlitten-Fahrer mit Paraplegie



Abb. 5: Langlaufschlitten-Fahrer mit Paraplegie bei der Skischlittenergometrie auf dem Laufband

Neben den leistungsdiagnostischen Untersuchungen im Labor können Felduntersuchungen bei Langlaufschlitten-Fahrer im Schnee durchgeführt werden. Die Sportler absolvieren vier Runden in ebenem Gelände jeweils mit einer Fahrzeit zwischen 10 und 20 Minuten. Kontinuierlich werden die Herzfrequenzen registriert, die Laktatabnahmen erfolgen nach den einzelnen Runden. Den Sportlern werde in Runde 1 eine subjektiv einzuschätzende Belastungsintensität im Bereich der Regeneration (kein Laktatanstieg) und in den darauffolgenden Runden Belastungsintensitäten im intensiven Ausdauerbereich (Laktat-steady-state) vorgegeben. Ein Laktat-steady-state wird dann angenommen, wenn zwischen Runde 2 und 4 ein Laktatanstieg von weniger als 1 mmol/l gemessen wird.

Die Felduntersuchung der Langlaufschlitten-Fahrer aus der Nationalmannschaft ergab individuelle Laktat-steady-states für Intensitäten des intensiven Ausdauertrainings bei Laktatkonzentrationen zwischen 2,89 und 6,23 mmol/l, im Mittel 5,11 mmol/l, und Herzfrequenzen zwischen 147 und 168/min, im Mittel 159,3/min. Die Belastungsintensität im Bereich der intensiven Ausdauer wurde von den Sportlern im allgemeinen korrekt eingeschätzt. Aufgrund der größeren Kraftkomponente lagen die Laktatkonzentrationen höher als die z.B. von Skilangläufern oder Läufern bekannten Werte (JENSEN-URSTAD/HALLBACK/SAHLIN 1993). Über die Auswertung der Pulsmesser können unter Berücksichtigung der entsprechenden Laktatkonzentrationen im nachhinein die Herzfrequenzen für einzelne Trainingsintensitäten festgelegt und dem Sportler an die Hand gegeben werden.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß neben der sportartspezifischen Skischlittenergometrie auf dem Laufband auch Felduntersuchungen durchgeführt werden sollten (SCHMID u.a. 1991, 1994b).

Aufgrund der höheren Trainingsumfänge und der zunehmenden Professionalisierung des Trainings in den vergangenen Jahren hat auch im Behinderten-Leistungssport die Leistungsdichte deutlich zugenommen. Deshalb sollten – wie im Nichtbehinderten-Leistungssport schon lange angewandt – in regelmäßigen Abständen sportartspezifische leistungsphysiologische Untersuchungen, in bestimmten Sportarten in Verbindung mit Felduntersuchungen, durchgeführt werden. Die Umsetzung der erhobenen Befunde in die Trainingspraxis macht eine enge Zusammenarbeit zwischen Sportmedizinern, Sportwissenschaftlern, Trainern und Athleten erforderlich.

Anzeige

Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft

Neuerscheinungen Herbst 1999

- Band 103:** Volker ZSCHORLICH (Hrsg.):
Prävention und Rehabilitation des Haltungs- und Bewegungsapparates.
4. Symposium der dvs-Sektion Biomechanik vom 3.-5.4.1997 in Oldenburg.
Hamburg: Czwalina 1999. ca. 384 Seiten. ISBN 3-88020-341-5. DM 56,00.*
- Band 104:** Barb HEINZ/Ralf LAGING (Hrsg.):
Bewegungslernen in Erziehung und Bildung.
Tagung der dvs-Sektion Sportpädagogik vom 11.-13.6.1998 in Magdeburg.
Hamburg: Czwalina 1999. ca. 320 Seiten. ISBN 3-88020-342-3. DM 44,00.*
- Band 105:** Josef WIEMEYER (Hrsg.):
Forschungsmethodologische Aspekte von Bewegung, Motorik und Training im Sport. 3. gemeinsames Symposium der dvs-Sektionen Biomechanik, Sportmotorik und Trainingswissenschaft vom 17.-19.9.1998 in Darmstadt.
Hamburg: Czwalina 1999. ca. 384 Seiten. ISBN 3-88020-343-1. DM 56,00.*

Bücher werden nach Erscheinen gegen Rechnung (zzgl. Versandkosten) ausgeliefert.

***dvs-Mitglieder erhalten 25% Rabatt auf den angegebenen Ladenpreis.**

Richten Sie Ihre Vorbestellungen an:

dvs-Geschäftsstelle · Postfach 73 02 29 · D-22122 Hamburg

Tel.: (040) 67 94 12 12 · Fax: (040) 67 94 12 13 · eMail: dvs.Hamburg@t-online.de

Literatur

- BERG, A./JAKOB, E./LEHMANN, M./DICKHUT, H./HUBER, G./KEUL, J.: Current aspects of modern ergometry. In: *Pneumologie* 44 (1990), 2-13
- COMPTON D.M./EISENMAN, P.A./HENDERSON, H.L.: Exercise and fitness for persons with disabilities. In: *Sports Med* 7 (1989), 150-162
- COUTTS, K.D.: Heart rates of participants in wheelchair sports. In: *Paraplegia* 26 (1988), 43-49
- COUTTS, K.D./MCKENZIE, D.C.: Ventilatory thresholds during wheelchair exercise in individuals with spinal cord injuries. In: *Paraplegia* 33 (1995), 419-422
- DRESEN, M.H./DE GROOT, G./MESA MENOR, J.R./BOUMAN, L.N.: Aerobic energy expenditure of handicapped children after training. In: *Arch Phys Med Rehab* 66 (1985), 302-306
- HECK, H./MADER, A./HESS, G./MUCKE, S./MÜLLER, R./HOLLMANN, W.: Justification of the 4-mmol/l lactate threshold. In: *Int J Sports Med* 6 (1985), 117-130
- HECKER, S.: Leistungsphysiologische Diagnostik bei der Behindertenski-Nationalmannschaft vor den Paralympics '94. (Unveröff. Diplomarbeit, Deutsche Sporthochschule). Köln 1995
- HUTZLER, Y.: Physical performance of elite wheelchair basketball players in armcranking ergometry and in selected wheeling tasks. In: *Paraplegia* 31 (1993), 255-261
- JENSEN-URSTAD, M./HALLBACK, I./SAHLIN, K.: High anaerobic energy release during submaximal arm exercise. In: *Clin Physiol* 13 (1993), 81-87
- KINDERMANN, W./SIMON, G./KEUL, J.: The significance of the aerobic-anaerobic transition for the determination of work load intensities during endurance training. In: *Eur J Appl Physiol* 42 (1979), 25-34
- LIN, K.H./LAI, J.S./KAO, M.J./LIEN, I.N.: Anaerobic threshold and maximal oxygen consumption during arm cranking exercise in paraplegia. In: *Arch Phys Med Rehabil* 74 (1993), 515-520
- ROTSTEIN, A./SAGIV, M./BEN-SIRA, D./WERBER, G./HUTZLER, J./ANNENBURG, H.: Aerobic capacity and anaerobic threshold of wheelchair basketball players. In: *Paraplegia* 32 (1994), 196-201
- SCHMID, A./HUBER, G./HUONKER, M./DÜRR, H./ARAMENDI, J./GRATHWOHL, D./WELLE, B./KÖNIG, K./HETTICH, R./KEUL, J.: Trainingsbegleitende Untersuchungen zur Leistungsentwicklung der Behindertennationalmannschaft im nordischen Skilanglauf. In: *Dtsch Z Sportmed* 42 (1991), 536-547
- SCHMID, A./HÜRING, H./HUBER, G./GÖSELE, A./HECKER-KUBE, H./GRUHN, O./STINUS, H./BIRNESSER, H./KEUL, J.: Verletzungsrisiko von behinderten Leistungssportlern im Skilanglauf in der Trainings- und Wettkampfphase. In: *Sportverletzung/ Sportschaden* 12 (1998a), 26-30
- SCHMID, A./HUONKER, M./BARTUREN, J.M./PRINZBACH, T./SCHULTE, P./SECKLER, S./KEUL, J.: Leistungsphysiologische Diagnostik zur Trainingsbegleitung und -steuerung bei verschiedenen Rollstuhlsportarten. In: LIESEN, H. (Hrsg.): *Regulations- und Repairmechanismen*. Köln 1994a, 43-46
- SCHMID, A./HUONKER, M./STOBER, P./BARTUREN, J.M./SCHMIDT-TRUCKSÄSS, A./DÜRR, H./VÖLPEL, H.J./KEUL, J.: Physical performance and cardiovascular and metabolic adaptation of elite female wheelchair basketball players in wheelchair ergometry and in competition. In: *Am J Phys Med Rehab* 77 (1998b), 527-533
- SCHMID, A./HUONKER, M./ARAMENDE, J.F./KLÜPPEL, E./BARTUREN, J.M./GRATHWOHL, D./SCHMIDT-TRUCKSÄSS, A./BERG, A./KEUL, J.: Heart rate deflection compared to 4 mmol⁻¹ lactate threshold during incremental exercise and to lactate during steady-state exercise on an arm-cranking ergometer in paraplegic athletes. In: *Eur J Appl Physiol* 78 (1998c), 177-182
- SCHMID, A./STINUS, H./ASCHER, G./HUBER, G./BARTUREN, J.M./DILLMANN, S./PETERS, C./KEUL, J.: Leistungsphysiologische Diagnostik und Wettkampfbetreuung der Nationalmannschaften Ski Nordisch und Alpin der Behinderten bei den Paralympics in Lillehammer (1994) und Tignes/Albertville (1992). In: *Dtsch Z Sportmed* 45 (1994b), 465-468
- VANLANDEWIJCK, Y.C./SPAEPEN, A.J./LYSENS, R.J.: Wheelchair propulsion: functional ability dependent factors in wheelchair basketball players. In: *Scand J Rehabil Med* 26 (1994), 37-48

Dr. med. Andreas SCHMID
Medizinische Universitätsklinik Freiburg
Abteilung für Prävention, Rehabilitation
und Sportmedizin
Hugstetterstr. 55
79106 Freiburg

Auch behinderte Sportler unter Quotenzwang / Verbände fordern mehr Geld und Anerkennung

Bonn. Geldnot, fehlende Anerkennung und die Ignoranz vieler Medien, das sind derzeit die drängendsten Probleme des Behindertensports in Deutschland. Vor allem das Desinteresse potentieller Sponsoren, das oft im Zusammenhang mit kaum vorhandenen „Fernsehzeiten“ steht, machen dem Deutschen Behinderten-Sportverband (DBS) zu schaffen. „Wir haben einen guten Stand erreicht, aber mit dem Ende des Jahrhunderts werden die Grenzen des Bestehenden immer sichtbar“, sagte Detlef ECKERT, Mitglied des Beirats der Aktiven des DBS, am 16. Juni 1999 bei einer Anhörung vor dem Sportausschuß des Bundestages in Bonn. Der Innenminister gibt in diesem Jahr 5,8 Millionen Mark für den Spitzensport der Behinderten aus. 3,6 Millionen davon gehen an den DBS, 1,4 Millionen Mark an den Deutschen Gehörlosen-Sportverband. Die vierstündige Anhörung, die auf eine Initiative des früheren Außenministers Klaus KINKEL (FDP) hin als eine Art Bestandsaufnahme geplant war, geriet im Besuchersaal des Wasserwerks zu einer Sprechstunde für den Behindertensport. Gerade die finanzielle Lage macht den Leuten aus dem DBS Kummer. Ob im Breiten- oder im Leistungssport, die spärlichen Geldmittel setzen den Projekten von Verbänden und Vereinen immer häufiger Grenzen. Am deutlichsten erlebt das momentan der Würzburger Sportwissenschaftler und Multifunktionär Peter KAPUSTIN in Eigenschaft als Präsident des Vereins „Special Olympics“, der sich dem Sport der geistig Behinderten widmet. Die Bewegung, die anders als die im DBS organisierten Vereinigungen über keinerlei Mitgliedsbeiträge verfügen kann, sieht Kapustin „am Rand der Existenz“. In Deutschland sei es „außerordentlich schwierig“, Sponsoren aus der Wirtschaft zu finden, die sich für die geistig Behinderten engagierten.

Doch wie Theodor ZÜHLSDORF, der Präsident des DBS, ausführte, müßten sich auch die Vereine und Sportler seines Verbandes mit Widrigkeiten materieller Art herumschlagen. „Neuerdings gehen immer mehr Kommunen dazu über, auch von Behinderten für die Benutzung von Sportstätten hohe Gebühren zu verlangen.“ Die Leistungssportler haben mit anderen finanziellen Widrigkeiten zu kämpfen. Zwar würden behinderte Athleten von der Sporthilfe unterstützt, sagte Detlef ECKERT, doch „die Unterstützung ist marginal und ungenügend“. Zur Absicherung des Behinderten-Leistungssports forderte Silke SCHWARZ, Paralympics-Siegerin im Rollstuhlfechten, in der Anhörung, die bisherigen Honorartrainer fest anzustellen. ECKERT kritisierte zudem das „Schmalspurdenken“ an den Sportinstituten der Universitäten. Die Sportwissenschaft wende sich nach wie vor in unzureichendem Maße dem Behindertensport zu, sagte er und forderte die Politiker auf, an einem neuen Gesamtkonzept für den Behindertensport mitzuwirken.

Nicht nur materielle Schwierigkeiten setzen den Leistungssportlern aus dem DBS zu. An sich sei der Sport „ein Quell der Lebensfreude“ für sie, schilderte SCHWARZ. „Aber es ist deprimierend, wenn ich bei einer WM vor fünf Zuschauern meinen Sport zelebriere.“ Die seit einem Sportunfall vor sechs Jahren querschnittgelähmte Architektin spüre bei Nichtbehinderten Barrieren und Berührungängste. Günther BELTZ, der Aktivensprecher im DBS, beklagte dagegen die „Tendenz zur Psychopathologisierung“. Bei einem behinderten Sportler werde nicht dessen außergewöhnliche sportliche Leistung gesehen, sondern vor allem die Kompensation seiner körperlichen Beeinträchtigung durch den Sport.

Der Dortmunder Sportpädagoge Gerd HÖLTER rief bei der Anhörung in Bonn in Erinnerung, daß der Begriff Behindertensport auch die Menschen einschließen müsse, deren Behinderung nicht physischer Natur ist – also psychisch Kranke, Patienten mit psychosomatischen Erkrankungen und Suchtkranke. „Die Versportung des Behindertensports verhindert bei diesen Bevölkerungsgruppen zum Teil eine angemessene Prävention und Rehabilitation durch Bewegung, Spiel und Sport.“ Die Orientierung am konventionellen, aber verengten Sportbegriff führe auch dazu, so HÖLTER, daß Forschungsprojekte eines erweiterten Sport- und Bewegungsangebotes „vom Bund so gut wie gar nicht gefördert“ würden.

aus: Frankfurter Allgemeine Zeitung, 18. Juni 1999