

Forschungsschwerpunkte der Bewegungswissenschaft in Innsbruck

RESEARCH ON THE THEORY OF MOTION
AT THE DEPARTMENT OF SPORT SCIENCE IN INNSBRUCK

Zusammenfassung

Der vorliegende Beitrag bietet einen Überblick über die Forschungsaktivitäten, die unter der Leitung von Univ.-Prof. Dr. Friedrich FETZ in der Abteilung Bewegungswissenschaft am Institut für Sportwissenschaft in Innsbruck gesetzt wurden. Die Grundlagenforschung in den Bereichen (funktionelle) motorische Seitigkeit, motorische Aneignungs- und Behaltensfähigkeit, sensomotorisches Gleichgewicht, sensomotorische Steuerungsfähigkeit sowie Rhythmisierungsfähigkeit hat vor allem in der Erstellung und praktischen Erprobung von Testverfahren bzw. Beurteilungsmöglichkeiten der untersuchten Fähigkeiten ihren Niederschlag gefunden. Die Beschreibung dieser Forschungsschwerpunkte und ausgewählter Testverfahren und Ergebnisse soll in erster Linie einen Tätigkeitsbericht über die letzten drei Jahrzehnte darstellen. Für eine ausführlichere Beschäftigung mit Detailergebnissen sowie neueren wissenschaftlichen Erkenntnissen wird auf die angeführten Publikationen verwiesen.

Summary

The present article gives a review of some important research activities effected by the division of kinesiology at the Department of Sport Science in Innsbruck/Austria under the direction of University Professor Dr. Friedrich FETZ. The basic research in the domains of (functional) motor laterality, motor acquisition and retention, sensorimotor balance, sensorimotor steering and rhythmic ability entailed the development and the practical application of tests and measuring methods for the given psychomotor abilities. The description of these research priorities and some chosen measuring methods in this paper represents a progress report of the activities over the last three decades. A more detailed view on the methods and more scientific results can be obtained by the bibliographical data quoted in this article.

1. Aufgabenstellung und ausgewählte Forschungsbereiche

In Anlehnung an das Modell sportwissenschaftlicher Teildisziplinen, an die Aufgaben in Lehre und Forschung und an spezielle geographische sowie soziokulturelle Gegebenheiten wurden am Institut für Sportwissenschaft der Universität Innsbruck im Laufe seiner Entwicklung seit Beginn der 70er Jahre nach und nach die folgenden sportwissenschaftlichen Fachbereiche eingerichtet und in Forschung und Lehre vertreten: *Bewegungswissenschaft und Biomechanik; Methodik und Trainingswissenschaft; Sportpädagogik, -soziologie und -geschichte; Bewegungswissenschaft; Alpine Sportmedizin*. Im traditionell ältesten Bereich, der **Bewegungswissenschaft** (unter Einbindung der Biomechanik), wurden unter der Leitung von Dr. Friedrich FETZ unter anderem folgende Forschungsschwerpunkte gesetzt:

- **Analyse motorischer Prinzipien**; z. B. (sport)motorische Lateralisation (Formen und Entwicklung).
- Untersuchung des Phänomens der **konstanten Figurzeit**.
- **Erforschung des (sport)motorischen Lernens** (im Sinne von **Aneignungs- und Behaltensfähigkeit**; Untersuchung von **Reminiszenzeffekten**) in verschiedenen Alters- und Könnensstufen.
- **Entwicklung allgemeiner und spezieller** (sportartspezifischer) **Eigenschafts- und Fertigungsprofile** sowie Entwicklung und Bereitstellung geeigneter **Testverfahren**.
- **Untersuchung der motorischen Ontogenese** mit besonderer Berücksichtigung der motorischen Eigenschaften (unter geschlechtsspezifischem, sozialem und sportartspezifischem Aspekt).
- **Erforschung von Bewegungsmerkmalen** (Bewegungsgenauigkeit, Bewegungselastizität, Bewegungsharmonie).
- Untersuchungen zur **Bewegungsvorausnahme (Antizipation)**.
- **Dimensionsanalytische Differenzierung und Entwicklung sensomotorischer Eigenschaften** (Fähigkeiten); z. B. sensomotorische Gleichgewichtsfähigkeit, sensomotorische Steuerungsfähigkeit, sensomotorische Rhythmisierungsfähigkeit.
- Erfassung und Darstellung von **sportartspezifischen Bewegungsmerkmalen** bei normaler Belastung und unter **psychischen und motorischen Stressbedingungen**.
- **Untersuchung sportartspezifischer Bewegungsabläufe**, z. B. Zieleinlauftechniken im alpinen Skilauf. Eine biomechanische Analyse der Zieleinlauftechniken im alpinen Skirennsport ergab, daß die Vorlagetechnik der Rücklagetechnik („Schranzhocke“) deutlich überlegen ist (FETZ 1991, 124-130). Die „**Fetz-Vorlagetechnik**“ wird daher derzeit von allen Spitzenläufern gefahren.

Trotz langjähriger und umfangreicher Forschungstätigkeit (zu theoretischen Grundlagen und praktischen Umsetzungsmöglichkeiten) und entsprechender Publikationen der gewonnenen Erkenntnisse ist die Forschung in keinem der bearbeiteten Gebiete als abgeschlossen zu betrachten. Vor allem im Bereich der Sensorik und der sensomotorischen Koordination ergeben sich laufend neue Ansätze und Fragestellungen. So wurde hier neben der Entwicklung der dimensionsanalytischen Differenzierung auch immer wieder an Möglichkeiten der diagnostischen Erfassung und Evaluation sensomotorischer Fähigkeiten gearbeitet. Dies führte zunächst zu einfachen Testverfahren v. a. im Bereich des sensomotorischen Gleichgewichts und der funktionellen motorischen Seitigkeit. In den letzten Jahren konnte dank der Entwicklung aufwendiger Meßverfahren dann auch die Erfassung und Beschreibung komplexerer Bereiche wie der sensomotorischen Steuerungs- und Rhythmisierungsfähigkeit angegangen werden.

Im vorliegenden Beitrag wird ein kurzer Überblick über wichtige psychomotorische Forschungsschwerpunkte vermittelt, die unter der Leitung von Prof. FETZ in der Abteilung „Bewegungswissenschaft“ am Institut für Sportwissenschaft Innsbruck bearbeitet wurden. Konkret werden hier die (funktionelle) motorische Seitigkeit, die motorische Aneignungs- und Behaltensfähigkeit, das sensorische Gleichgewicht und die sensorische Steuerungsfähigkeit sowie Rhythmisierungsfähigkeit berücksichtigt. Für ausführlichere Beschäftigung mit den einzelnen Fragestellungen und Ergebnissen wird auf die im Text angeführten Publikationen verwiesen.

2. Diagnoseverfahren und ausgewählte Untersuchungsergebnisse

2.1. Lateralisation

2.1.1. Zum Forschungsbereich

Seitigkeit ist ein Forschungsfeld, das von vielen Wissenschaften bearbeitet wird (u.a. Psychologie, Neurologie, Pädagogik, Arbeitswissenschaft, Sportwissenschaft). Cerebrale Lateralisation (Hirnigkeit) wird hier nicht näher behandelt. Eine übersichtliche Darstellung der Hauptprobleme gibt K. FISCHER (1988, 25-38).

Seitigkeit oder Lateralität als funktionelle Bevorzugung einer Seite bei paarig angelegten Organen oder symmetrischen Aktionsmöglichkeiten ist als Prinzip der Spezialisierung zu verstehen, das zu höherer sensorischer Leistungsfähigkeit führt. Händigkeit, Beinigkeit und Drehseitigkeit (Abb. 1) sind also werdende Funktionen, die sich erst im Laufe der Entwicklung und des Gebrauchs voll ausprägen.

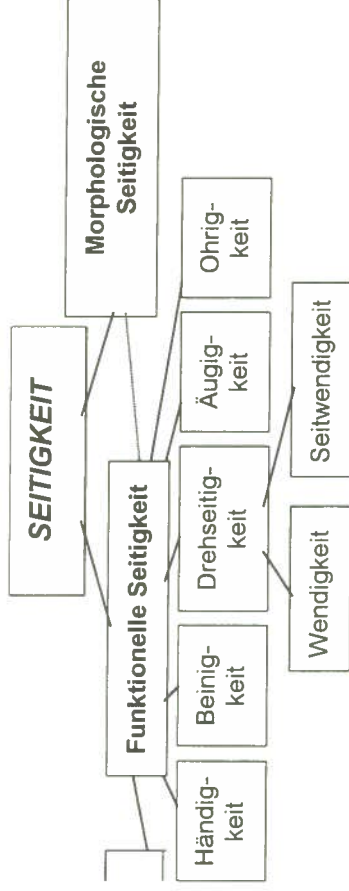


Abb. 1: Arten der Seitigkeit nach FETZ (1989, 164 u. 173)

Der Mensch ist in seiner Entwicklung auf Seitigkeit (und besonders auf Händigkeit) angelegt. Der vielseitige (lateralisierte) Mensch ist dem nicht vielseitigen (nicht lateralisierten) allgemein überlegen. "Ambilaterale Versuchspersonen sind aufgrund mangelnder Funktionslateralisation lateralisierten Personen bei feedbackorientierten Bewegungen unterlegen" (FISCHER 1988, 36). Versseitigung (Lateralisierung) hängt auch eng mit einer Spezialisierung der Gehirnhemisphären zusammen. Eine besonders enge Beziehung besteht zwischen Sprachzentrum und Händigkeit (OBERBECK 1989, 20).

Die wichtigsten Formen der Fortbewegung (Gehen, Laufen, Schwimmen, Rudern usw.) erfolgen bilateral. Einseitigkeiten würden dabei nur stören. Aus solchem bilateralen motorischen Verhalten heraus kann sich erst Lateralität entwickeln. Solche Versseitigungsprozesse verlaufen nicht einheitlich. Lateralisation der Hände (Verhändigkeit), der Beine (Verbeinigung) und der Drehseitigkeit (Verdrehsseitigung) kann sich in verschiedenen Altersstufen vollziehen und verschiedene Seitenbevorzugung aufweisen. Dort, wo spezielle motorische Beidseitigkeit in einzelnen Fertigkeiten im Arbeitsleben, im Alltagsleben oder im Sport vorteilhaft ist, kann der Mensch dies durch entsprechenden Lernaufwand erreichen. Allgemeine Beidseitigkeit in allen Bereichen anzustreben gilt heute jedoch nicht mehr als Idealziel. Eine starke Lateralisierung birgt für die morphologische Symmetrie des Menschen viele Gefahren (z.B. durch einseitige Kraftausbildung). Andere motorische Prinzipien (wie Lernübertragung und Spiegelseitenmitübung) wirken hier ausgleichend. Neben der allgemein anthropologischen und pädagogischen Bedeutung der verschiedenen Formen der Seitigkeit kommt ihr im Sport auch noch großes trainingswissenschaftliches Gewicht zu. Händigkeit frühzeitig zu erkennen, sie auszuprägen oder Beidhändigkeit anzustreben (je nach Sportart) ist wichtig.

2.1.2. Übernahme und Entwicklung von Testverfahren

Zur Bestimmung der Seitigkeitsdominanz benötigen wir Tests, die Leistungsmessungen links- und rechtsseitig zulassen. Ob Leistungsprüfungen zur Bestimmung der Seitigkeit mit klein- oder großmotorischen Anforderungen gemacht werden sollen, ist umstritten (FISCHER 1988, 18). Großmotorische Koordinationsanforderungen führen nach KOHLMANN (1958, 103) zu anderen Ergebnissen als kleinmotorische Händigkeitsbestimmungen und sollten bevorzugt werden. Da im Sport überwiegend großmotorische Abläufe vorliegen, folgen wir der Empfehlung von KOHLMANN. Kleinmotorische Abläufe sind für Seitigkeitstests im Sport weniger geeignet. Somit fallen viele der üblichen (in der Fachliteratur angeführten) Händigkeitsbestimmungen wie Bleistiftspitzen, Händefalten, Händeklatschen, Schereschneiden, Schreiben usw. weg. Auch Kraftmessungen (Hand- und/oder Armkraft) zeigen erstaunlich geringe Übereinstimmung mit stärker koordinativen Händigkeitsprüfungen (LUDWIG 1932, zit. nach FETZ 1989b, 163).

Ausgehend von diesen Überlegungen wurden am ISW Innsbruck Testverfahren für die Bestimmung der Lateralisation in den verschiedenen Bereichen entwickelt und erprobt. Eine Zusammenstellung solcher Verfahren findet sich bei FETZ 1992. Weitere Tests werden von FETZ und KORNEXL (1993, 153-165) vorgestellt. Das Ausmaß der Seitenbevorzugung (Seitenpräferenz) bei den verschiedenen Testaufgaben kann mit dem Leistungsdominanzindex angegeben werden (SCHILLING 1972; FETZ/KORNEXL 1993, 153-154). Damit wird der prozentuelle Anteil der Leistung der dominierenden Seite an der Gesamtleistung (z.B. links und rechts) festgelegt.

2.1.3. Ausgewählte Ergebnisse zu Seitigkeit und Versseitigung

Für die folgende exemplarische Ergebnisdarstellung wurde eine sportartspezifische Darstellung des Wendigkeitsverhaltens von Skisportlern verschiedener Leistungsklassen ausgewählt. Detailliertere Beschreibungen und Ergebnisse zu weiteren Komponenten der Lateralisation (Händigkeit, Beinigkeit, Drehseitigkeit) finden sich bei FETZ (1989, 163-185; 1992; FETZ/WERNER 1992).

◆ Trainingsbedingte Wendigkeit bei alpinen Skifahrern

Es gibt Sportarten, bei denen Richtungsänderungen stets gleichsinnig linkswendig vorgenommen werden (z.B. fast alle leichtathletischen Läufe über mehr als 100 m oder Radrennen auf Hallenbahnen). Bei vielen Sportarten kann der Sportler die Drehrichtungen um Längen- bzw. Tiefenachse selber wählen (z.B. Schrauben beim Gerätturnen oder beim Trampolinspringen, Drehungen beim Eiskunstlauf, Wenden beim Brust- und Delphin-Schwimmen, Drehungen beim Diskus- oder Hammerwurf). Nur wenige Sportarten fordern von ihren Anhängern ausgeglichenes Wendigkeits- bzw. Seitwendigkeitsverhalten. Zu ihnen gehört der alpine Ski(renn)lauf. Die Anzahl der Links- und Rechtsschwünge dürfte insgesamt sehr ausgeglichen sein. Der Skilauf eignet sich daher besonders für die Untersuchung des Zusammenhanges zwischen Beidwendigkeit und sportlicher Qualifikation. Als Versuchspersonen wurden 99 Sportstudenten und 45 Skirennläufer (NACHBAUER 1980) der österreichischen Kader herangezogen. Der große Anteil der Beidwender bei den österreichischen Kaderläufern (40%) zeigt deutliche Könnensabhängigkeit (Tab. 1). Innerhalb der österreichischen Rennläufer drückt sich die Qualifikationsbedingtheit des Wendigkeitsverhaltens beim Schwingen ebenso deutlich aus. Der Anteil der Beidwender im A-Kader beträgt 64%, im B-Kader 45% und im C-Kader schließlich nur noch 26%.

Testpersonen	linkswendig		beidwendig		rechtswendig	
	abs.	rel. (%)	abs.	rel. (%)	abs.	rel. (%)
Sportstudenten	57	57,6 %	1	1,0 %	41	41,4 %
Skirennläufer	20	44,0 %	18	40,0 %	7	16,0 %

Tab. 1: Wendigkeitsverhalten der untersuchten Gruppen

In welchem Ausmaß bei diesem Phänomen Selektionsprozesse mitbeteiligt sind, könnte nur durch echte Längsschnittuntersuchungen bestimmt werden. Die Bestimmung des Wendigkeitsverhaltens der österreichischen Skirennläufer mit Hilfe des Verfahrens „Niedersprung mit halber Drehung“ erbrachte innerhalb der verschiedenen Kader keine auffälligen Unterschiede. 64% sind Linkswender, 22% Rechtswender und nur 13% - also ein unterdurchschnittlicher Anteil - Beidwender.

Wodurch immer die Bevorzugung einer Seite beim Schwingen bestimmt sein mag, sie scheint durch umfangreiches und intensives Training beeinflussbar. Drei Fakten belegen die trainingsbedingte Veränderung der "Wendigkeits" beim Skiläufer: erstens der könnensbedingte Unterschied der Beidwendigkeit bei Sportstudenten und Rennläufern, zweitens der Unterschied in der Wendigkeit der Skirennläufer beim Skilaufen und im "Alltagsleben", drittens die zunehmende Beidwendigkeit der Skirennläufer mit zunehmender sportlicher Qualifikation.

2.2. Motorisches Lernen

2.2.1. Zum Forschungsbereich

Durch Kenntnis von Lerngradienten und Reminiszenzeffekten kann man Leistungen effizienter ansteuern und dadurch eine Effizienzsteigerung und/oder Entlastung im Trainingsprozeß erreichen. Nach kurzer Erläuterung einiger Arbeitsdefinitionen (motorisches Lernen, Lerngradienten und Reminiszenzen) wird ein konkretes Beispiel ökonomischer Leistungssteuerung in Form eines Trainingsplans vorgestellt.

◆ Motorisches Lernen

Unter **Lernen** wollen wir hier einen Prozeß verstehen, in dem ein System die Effizienz bei der Ansteuerung eines Zieles bei konstanten Umweltbedingungen erhöht. Beim **motorischen Lernen** stehen dem Lerner am Ende des Lernvorganges neue, relativ beständige motorische Verhaltensweisen zur Verfügung. Nach dieser Arbeitsdefinition umschließt motorisches Lernen Aneignen und Behalten. **Lernfähigkeit** (Trainierbarkeit) setzt damit Aneignungs- und Behaltensfähigkeit voraus (Abb. 2).



Abb. 2:

Sportliches Training kann in Anlehnung dazu akzentuierend in Aneignungs- und Behaltenstraining gegliedert werden.

◆ Lernparameter, Aneignungs- und Behaltensparameter

Die Bestimmungsgrößen beim Lernen (**Lernparameter**) kann man in Aneignungs- und Behaltensparameter unterteilen (Abb. 3).

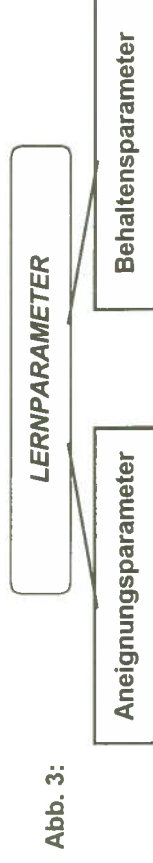
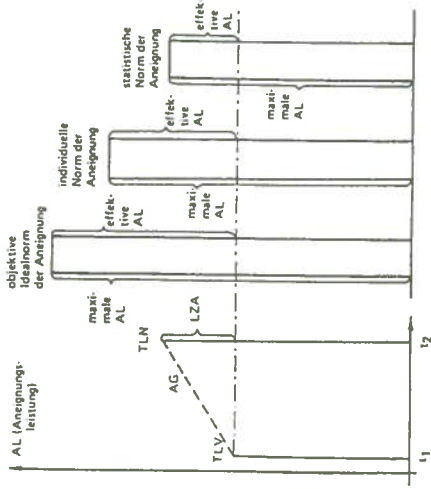


Abb. 3:

Die **Aneignungsparameter** lassen sich wiederum in real- und normorientierte differenzieren (FETZ 1991, 104). Realorientierte Aneignungsparameter beziehen sich auf selbsterbrachte Aneignungsleistungen, normorientierte auf Sollwertvorgaben (Trainingsziele im Sinne individualnormorientierter Aneignungsleistungen). Der absolute Leistungszuwachs (LZA) nach drei Wochen Training kann auf das Weltrekordniveau, auf das eigene Trainingsziel oder auf die Durchschnittsleistung einer Gruppe relativiert werden (Abb 4):



AL = Aneignungsleistung
 LZA = absoluter Leistungszuwachs (effektive AL)
 $t_2 - t_1$ = Lernzeit (Aneignungszeit)
 AG = Aneignungsgradient
 TLV = Vorleistung (Ausgangs-) TLN = Nachleistung (End-)

Abb. 4: Schematische Darstellung der Aneignungsleistungen

Bei den **Behaltensparametern** werden Behaltensleistungen bzw. Behaltensverluste auf verschiedene Testleistungen bezogen. Wir wollen hier nicht konkreter darauf eingehen, nähere Hinweise zu diesem Bereich finden sich bei FETZ (1988b; 1989b, 90f.; 1991).

◆ Lerngradienten, Aneignungs- und Behaltensgradienten

Die motorischen Lerngradienten kann man in Aneignungs- und Behaltensgradienten unterteilen (Abb. 5):

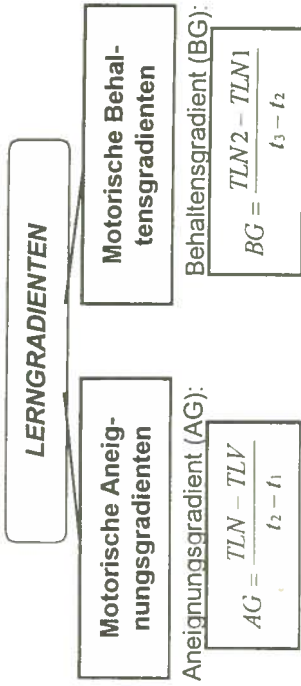
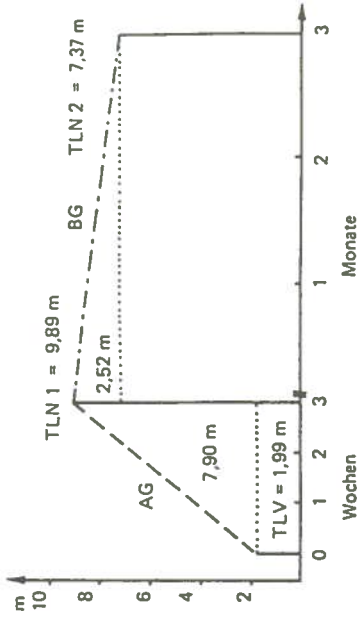


Abb. 5:

$t_2 - t_1$ = Lernzeit (Aneignungszeit); $t_3 - t_2$ = trainingsfreie Zeit

Der **Aneignungsgradient** ist eine vereinfachte Lernkurve der Aneignungsphase. Er wird bestimmt durch den Tangens des Anstiegs (absoluter Leistungszuwachs durch praktische Trainingszeit). Der **Behaltensgradient** ist ein idealisierter Leistungsabfall, der durch den Quotienten aus absolutem Behaltensverlust und trainingsfreier Zeit bestimmt wird (Abb. 6).



AG = (TLN1 - TLV) : 3 Wochen = 7,90 m / 3 Wochen
 BG = (TLN1 - TLN2) : 3 Monate = -2,52 m / 3 Monate
 indirekter AG: 2,63 m / Woche
 indirekter BG: -0,83 / Monat

TLV = Vorleistung AG = Aneignungsgradient
 TLN = Nachleistung BG = Behaltensgradient

Abb. 6: Aneignungs- und Behaltensgradienten beim Rollengehen 18-jähriger Schüler

◆ Reminiszenzeffekte beim motorischen Lernen

Reminiszenzeffekte sind durch zeitliche Trainingsaktivitäten (Pausendauer, Übungsdauer, Intensität) hervorgerufene Beeinflussungen des Lernvorgangs. Aufgrund der Vielzahl und Schwerpunkte der Einflussgrößen scheint eine Gliederung nach kurzfristigen, mittelfristigen und langfristigen Reminiszenzen sinnvoll (Abb. 7).

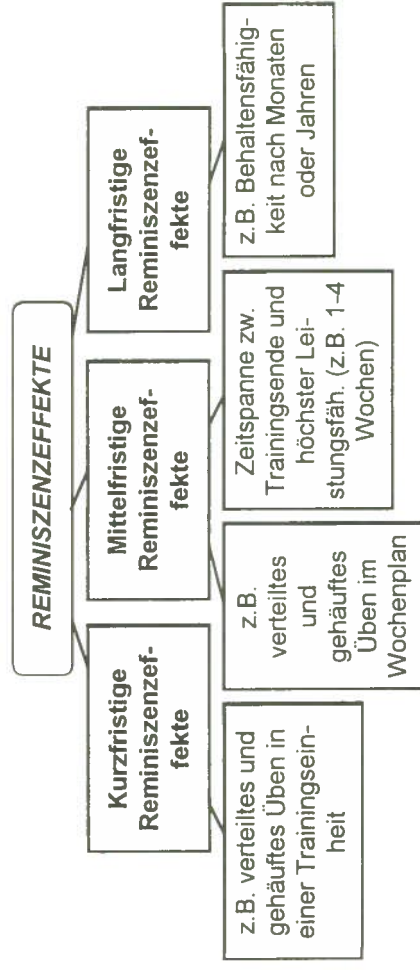


Abb. 7: Gliederung der Reminiszenzeffekte nach zeitlichem Aspekt

Kurzfristige Reminiszenzen treten in einer Trainingseinheit auf (gehäuftes/verteiltes Üben in einer Stunde). **Mittelfristige Reminiszenzen** betreffen die Übungsanordnungen (gehäuft/verteilt) im Wochenplan oder Lernwirkungen in der Zeitspanne zwischen Ende des praktischen Trainings und Leistungstest (1-4 Wochen). **Langfristige Reminiszenzen** beziehen sich auf die Behaltensfähigkeit in der trainingsfreien Zeit nach Monaten oder Jahren. Am ISW Innsbruck wurden vor allem mittelfristige Reminiszenzen untersucht (z.B. FETZ 1990a, 1992). Mittelfristige Reminiszenzeffekte nach Ende der praktischen Trainingsphase bewirken bei 10- bis 18jährigen Schülern Leistungssteigerungen bei Schwebestehen, Rollengehen und Stabbalancieren bis mindestens drei Wochen nach Ende der Trainingspraxis. Die Durchschnittswerte sind durchgehend bei den Nachttests drei Wochen nach Abschluss des praktischen Trainings am größten. Die durchschnittlichen Leistungen beim Nachttest drei Wochen nach Ende des praktischen Trainings liegen beim Schwebestehen 10 %, beim Rollengehen 8 % und beim Stabbalancieren 19 % über den Leistungen beim Nachttest eine Woche nach Ende des praktischen Trainings. Aufgrund der kleinen Personenstichproben und der hohen Standardabweichungen darf man bestenfalls von einer Tendenz der Leistungssteigerung bis drei Wochen nach Abschluss des praktischen Trainings sprechen.

2.2.2. Beispiel der Erstellung eines Trainingsplans für Sportkletterer beim Rollengehen

Zur beispielhaften Erläuterung wurde aus den einschlägigen Gleichgewichtstests (z.B. Wipptrollbrett Querstand, -Seitstand, Rollengehen, Gleitrollbrett-Slalom; vgl. FETZ 1990) das Rollengehen (Abb. 8) ausgewählt. Der Test hat sich als leistungsbestimmend erwiesen. Aus dem speziellen Eigenschaftsprofil der Sportkletterer wurde als Trainingsziel der Nachwuchskletterer eine Testleistung von 6,5 m gewählt.

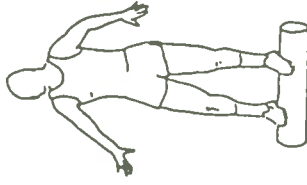


Abb. 8: Gleichgewichtsübung „Rollengehen“ (schematisch)

• Aneignungsfähigkeit und Aneignungsgradient beim Rollengehen

Die Vortestleistung (TLV) der Nachwuchs-Sportkletterer liegt bei 4,0 m. Somit ist ein absoluter Leistungszuwachs von 2,5 m (6,5 m-4,0 m) zur Erreichung des Sollwertes erforderlich. Der Aneignungsgradient für sportliche 18jährige beträgt 7,90 m / 3 Wochen oder 2,63 m / Woche (Abb. 6). Mittelfristige Reminiszenzeffekte wurden dabei schon berücksichtigt. In einer Woche (mit 4 Minuten Training im Rollengehen) wird die Leistung um etwa 2,63 m gesteigert und so das Aneignungsziel erreicht.

• Behaltensfähigkeit und Behaltensgradient beim Rollengehen

Bei Einzeluntersuchungen wurde festgestellt, daß beim Rollengehen mittelfristige Reminiszenzen nach Abschluß des praktischen Trainings auftreten. Der größte

absolute Leistungszuwachs wurde mehrfach in der zweiten Woche nach Trainingsabschluß gemessen. Um diese Reminiszenzeffekte zu berücksichtigen, wurde bei der Erhebung der Aneignungsfähigkeit beim Rollengehen der Nachttest erst in der zweiten Woche nach Abschluß des praktischen Trainings abgenommen. Die Behaltensverluste 18jähriger Schüler in drei Monaten Trainingspause betragen 2,52 m (Abb. 6). Pro Monat ist mit einem Behaltensverlust von 0,83 m zu rechnen. Beim Aneignungsgradient von 2,63 m / Woche bei 4 Minuten Training genügen etwa 2 Minuten Training / Monat, um das Sollniveau im Rollengehen zu erhalten.

• Trainingsplan für Rollengehen bei 18jährigen Sportkletterern

Trainingsziel: 6,50 m; Vortestleistung (TLV): 4,0 m

Angestrebter absoluter Leistungszuwachs (LZA): **2,50 m**

Aneignungsgradient für 18jährige: 7,90 m / 3 Wochen = 2,63 m / Woche (4 Minuten)

Aneignungstraining: 1 Woche (je 4 Minuten) erbringt 2,6 m LZA

Behaltensgradient für 18jährige: - 2,52 m / 3 Monate = - 0,83 m / Monat

Behaltensstraining: 1 Minute pro Woche erbringt 0,7 m LZA; 1,5 min führen zu etwa 1 m LZA und kompensieren somit den Behaltensverlust

Eine Leistungsüberprüfung (Vorversuch und Testversuche) sichert das erforderliche praktische Behaltensstraining für 4 bis 6 Wochen. Da durch diese Leistungsüberprüfungen etwaige individuelle Abweichungen einzelner Nachwuchssportler festgestellt werden, können alle erforderlichen Maßnahmen getroffen und Benachteiligungen ausgeschaltet werden.

Kenntnisse von Lerngradienten (Aneignungs- und Behaltensgradienten) sowie Reminiszenzeffekten ermöglichen eine starke Ökonomisierung der jeweiligen Trainingspläne bzw. der Trainingsbelastungen und verdienen somit unsere verstärkte Beachtung.

2.3. Sensomotorisches Gleichgewicht

2.3.1. Zum Forschungsbereich

Unter sensomotorischem Gleichgewicht wird hier die Fähigkeit verstanden, „einen intendierten Gleichgewichtszustand in Haltung und/oder Bewegung zu erreichen und/oder aufrechtzuerhalten. Derartige Gleichgewichtsleistungen sind sensomotorische Beziehungen, die durch mechanische Einwirkungen sowie durch sensorische und/oder motorische Fehlleistungen gestört werden können“ (FETZ 1990b, 18). Sensomotorische Gleichgewichtsleistungen sind integrierte Wahrnehmungsleistungen mehrerer Sinnesorgane, die in funktionalem Zusammenhang zu motorischen Handlungen mit Anpassungen an das Schwerfeld der Erde stehen. Das Gleichgewichtsverhalten des Menschen bestimmt daher notwendig alle großmotorischen Aktionen des aufrechten Menschen. Auf die für Gleichgewichtsleistungen wichtigen Sensoren (Muskelspindeln, Sehnenorgane, Gelenksensoren, Hautsensoren, optische, akustische und vestibuläre Sensoren) und Programme kann hier nicht näher eingegangen werden. Entsprechende Bearbeitungen finden sich bei FETZ (1990b) und SCHARFENBERG (1992). Das Gleichgewicht als sensomotorische Fähigkeit hat sehr viele Erscheinungsformen. Einteilungen und Gliederungen können nach sehr vielen Gesichtspunkten vorgenommen werden (Subjekt- und

Objektgleichgewicht, statisches und dynamisches Gleichgewicht usw.). Die wichtigsten davon werden bei FETZ (1990b) erörtert.

Gut ausgeprägte sensorische Gleichgewichtsfähigkeit ist nicht nur Voraussetzung für alle unsere motorischen Handlungen im Beruf, beim Sport und im Alltag, sondern auch Grundlage des psychisch-emotionalen Gleichgewichts und damit der Sicherheit und des Wohlbefindens. Unsere Aufmerksamkeit ist deshalb kaum darauf gerichtet, weil wir einerseits die Mühen beim Erlernen etwa des Stehens und Gehens vergessen haben und die meisten Gleichgewichtsreaktionen reflektorisch ablaufen und andererseits die hohe Trainierbarkeit des Gleichgewichtsvermögens zu einem Ausprägungsgrad dieser sensorischen Fähigkeit führt, der zur Problembewältigung im Alltag im allgemeinen völlig ausreicht. Das Gleichgewichtsvermögen ist aber in einigen Sportarten (z.B. Ski- und Eislauf) ein leistungsbestimmender Faktor und seine Entwicklung im systematischen Training daher von großer Bedeutung. Sportarten, bei denen das sensorische Gleichgewicht eine wichtige Rolle spielt, zeichnen sich dadurch aus, daß Spitzensportler eine hohe Ausprägung der betreffenden Fähigkeiten aufweisen.

2.3.2. *Übernahme und Entwicklung von Testverfahren*

Leistungsbestimmende Größen menschlicher Funktionsbereiche lassen sich nur erheben, wo entsprechende Prüfverfahren bereitstehen, um für diese Funktionsbereiche wichtig erscheinende Fähigkeiten und/oder Eigenschaften zu prüfen. Für den Bereich des sensorischen Gleichgewichts gibt es Prüfverfahren aus verschiedenen Ursprüngen. Einer liegt im Feld der Physiologie bzw. Sinnespsychologie, ein anderer im Feld sportlicher Konditionsforschung. Am Institut für Sportwissenschaften der Universität Innsbruck wurden zahlreiche Testverfahren übernommen, verbessert bzw. bestimmten Erfordernissen angepaßt und auch neue Verfahren entwickelt. Einen Überblick über einige historische und zahlreiche aktuelle Verfahren zur Überprüfung der verschiedenen Formen (z.B. statisches und dynamisches Gleichgewicht, Objektgleichgewicht) des sensorischen Gleichgewichts gibt FETZ (1990b).

2.3.3. *Ausgewählte Ergebnisse zum sensorischen Gleichgewicht*

Für die folgende exemplarische Ergebnisdarstellung wurde eine sportartspezifische Darstellung von Leistungen auf dem Stabilometer ausgewählt; dieses computergestützte Gerät hat sich in zahlreichen Projekten als sehr brauchbar für die Leistungsdiagnose im Bereich des sensorischen Gleichgewichts erwiesen. Eine Beschreibung des Verfahrens, die Testanleitung, Gütekriterien und Einsatzmöglichkeiten finden sich bei FETZ/KORNEXL (1993) sowie FETZ/HATZL (1994).

◆ *Gleichgewichtstest auf dem Stabilometer*

Der Stabilometer-Test in "Normalstellung" (Abb. 9) erfaßt feine Komponenten statischen Gleichgewichts bei der Gewichtsverteilung auf den linken bzw. rechten Fuß. Die Zuordnung zum statischen Gleichgewicht erfolgt deswegen, weil im Idealfall eine ruhige Stellung eingenommen wird. In einigen Sportarten werden genau diese feinen Gewichtsverteilungen gefordert. Das Pendelbrett des Stabilometers verlangt feinste Ausgeglichenheit in der Links-Rechts-Gewichtsverteilung und kommt damit Gleichgewichtsleistungen nahe, die beispielsweise beim Gleiten im alpinen Skilauf und beim Skispringen auftreten.



Abb. 9: Testperson beim Stabilometerfest

◆ *Ergebnisse von Spitzensportlern beim Stabilometerfest bei 7,5° Toleranzbereich*

In der vorliegenden Darstellung werden die Ausprägungsgrade des sensorischen Gleichgewichts von männlichen Snowboardfahrern, Skifahrern und Sportkletterern auf dem Stabilometer-Testgerät gezeigt. Die Testwerte der Sportstudenten dienen als Vergleichswerte allgemein motorisch gut ausgebildeter Personen ohne spezielle Spitzensportanforderungen.

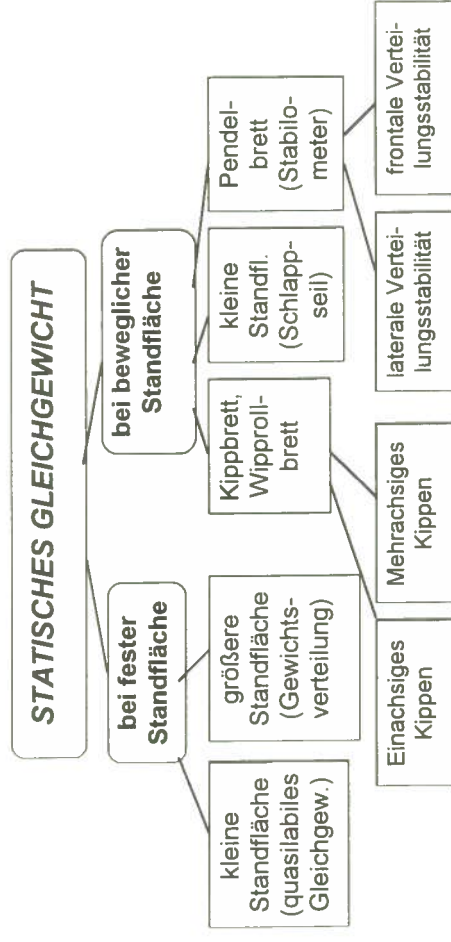


Abb. 10: Schematische Gliederung des statisch-motorischen Gleichgewichts

Anzahl, Geschlecht, Leistungsklasse und Durchschnittsalter der Testgruppen sind der Tabelle 3 zu entnehmen.

Sportler	n	Leistungsklasse	Alter
Sportstudenten	30	Allroundsportler	23
Snowboardfahrer	11	Nationale Klasse	24
Skifahrer	5	Weltklasse	23
Radfahrer	4	Nationale Klasse	22
Sportschützen	10	Nationale und Weltklasse	26
Sportkletterer	23	Europaklasse	25

Tab. 3:
Statistische Kenn-
daten der getesteten
Gruppen Gleichge-
wicht

Beim Vergleich der untersuchten Sportler nach Sportarten ergibt sich die Rangordnung ÖSV A-Kader alpin (25,7 s), Sportkletterer (25,2 s), Snowboarder (25,0 s), Radfahrer (20,2 s) und Sportschützen (19,3 s). Die Leistungen der drei ersten Sportlergruppen sind sehr hoch und erstaunlich ausgeglichen. Sie liegen signifikant über den Leistungen der Sportstudenten (20,6 s).

Ganz knapp unter dem Leistungsniveau der Sportstudenten reihen sich die vier Radfahrer der Welt- und österreichischen Spitzenklasse ein (20,2 s). Daraus darf man schließen, daß die sicherlich hohen Gleichgewichtsansforderungen beim Radfahren wenig mit denen beim Stabilometer-Test gemeinsam haben dürften. Ähnlich verhält es sich auch bei den Schützen, die die Gleichgewichtsposition beim Stabilometer-Test durchschnittlich 16,9 s einnehmen. Sie liegen damit stark signifikant unter dem Leistungsdurchschnitt der Sportstudenten. Beim Schießen spielt möglicherweise weniger die Links-Rechtsausgeglichenheit als die gewohnte und gefestigte Links-Rechts-Relation eine wichtige Rolle.

Die im Stabilometer-Test angesprochenen Gleichgewichtsansforderungen dürften vor allem in den drei Sportarten alpiner Skilauf, Snowboarden und Sportklettern enthalten sein. Die Berücksichtigung dieser Anforderungen im Konditionstraining scheint daher sinnvoll. Da Stabilometer in den Vereinen im allgemeinen nicht zur Verfügung stehen, empfiehlt sich die Verwendung eines verwandten Test- und Trainingsgeräts, des Wipplollbretts (FETZ 1990b, 46 ff.). Ein sensomotorisches Gleichgewichtstraining auf dem Wipplollbrett im Ausmaß von etwa drei Minuten pro Woche dürfte zur Erhaltung des Leistungsniveaus genügen.

2.4. Sensomotorische Steuerungsfähigkeit

2.4.1. Zum Forschungsbereich

Steuerung ist ein Vorgang, bei dem in einem dynamischen System Eingangsgrößen über eine Steuerkette Ausgangsgrößen bestimmen. In einem sensomotorischen System sind die Eingangsgrößen sensorische Informationen und die Ausgangsgrößen (die gesteuerten Größen) Bewegungen. Die sensomotorische Steuerungsfähigkeit ist damit das Vermögen eines Systems, die Bewegungsausführung nach sensorischen Informationen zu regeln. Sensomotorische Steuerung umfaßt sowohl Programm- als auch Regelsteuerung. Als sensorische Größen dominieren im Sport optische, akustische und haptische Informationen (Abb. 11). Als Ausgangsgrößen können Finger-, Hand-, Arm-, Fuß-, Bein-, Rumpf- und Ganzkörperbewegungen auftreten.

Mit einem am ISW Innsbruck entwickelten computergestützten Verfahren wird die *sensomotorische Steuerungsfähigkeit* als ein zentraler Parameter der sensomotori-

schon Koordinationfähigkeit erfaßt. Dieser hier nur kurz beschriebene SMK-Test dürfte nach unserer Einschätzung ein geeignetes Verfahren darstellen, um Ausprägungsgrad und Bedingungsvariablen allgemeiner Koordinationsfähigkeit zu erheben. In der Folge werden kurz der Forschungsansatz und das Testverfahren erläutert und anschließend einige ausgewählte Ergebnisse und Einsatzmöglichkeiten vorgestellt. Ausführlichere Darstellungen sowie weitere Ergebnisse finden sich bei FETZ (1974) sowie FETZHATZL (1997a, 1997b; 1997c).

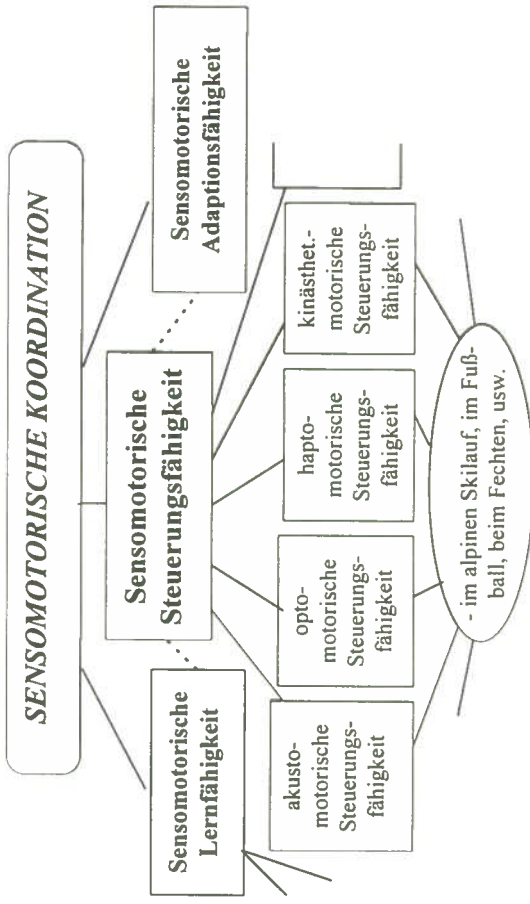


Abb. 11: Schematische Gliederung der sensomotorischen Koordination

2.4.2. Der SMK-Test: Grundtest und Variationen

Zur Prüfung der optomotorischen Koordination wurde auf der Basis eines Vorläufermodells (SMK-Gerät 1, FETZ 1974) Anfang der 90er Jahre am Institut für Sportwissenschaften der Universität Innsbruck ein computerunterstütztes "Sensomotorisches Koordinationsgerät" (SMK-Gerät 2) entwickelt und in der Folge laufend verbessert und speziellen (sportartspezifischen) Aufgabenstellungen angepaßt. Die Testperson steuert beim Grundtest mit einer Computermaus mit der Hand ein Kreuz auf einem Bildschirm (Abb. 12). Wenn mit dem Kreuz das Zielquadrat auf dem Bildschirm getroffen wird, wird ein Treffer registriert und das Quadrat springt in eine neue (veränderte) Stellung. Die Treffersumme einer Zeiteinheit (Dauer jeweils 20 Sekunden) wird vom Computer ausgewiesen. Bei Normaleinstellung bewirken Steuerbewegungen nach links bzw. rechts (unten/oben) auch Bewegungen des Kreuzes auf dem Bildschirm nach links bzw. rechts (unten/oben).

Neben dieser allgemeinen Testversion stehen inzwischen bereits zahlreiche Variationsmöglichkeiten (groß- und kleinsensomotorische Steuerung, Blickfeldspiegelungen) sowie in Ansätzen „sportartspezifische“ Verfahren (Abb. 13) zur Prüfung von Koordinationsparametern zur Verfügung (FETZHATZL 1997a, 1997b).

Die Entwicklung eines „skispezifischen“ Testverfahrens (die Steuerung erfolgt dabei durch Kanten links/rechts bzw. Ballen-/Fersendruck mit dem dominanten Fuß mittels eines speziellen „Aktuators“) ermöglicht beispielsweise die Erhebung koordinativer Leistungsparameter von Vertretern dieser Alpinsportart und deren Einordnung im Vergleich mit anderen Sportgruppen.

Angaben zu den *Testvariationen*, *genaue Testanweisungen und Gütekriterien* können den Publikationen (FETZ/HATZL 1997a; 1997b; 1997c) entnommen werden.

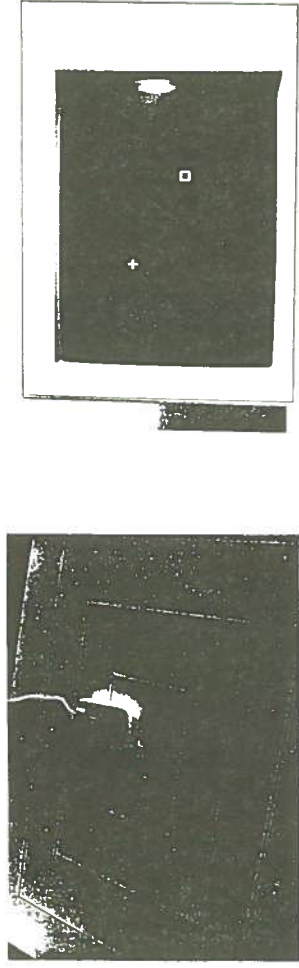


Abb. 12: Optomanueller Koordinationstest - Handsteuerung und Bildschirm mit Zielquadrat und Steuerkreuz

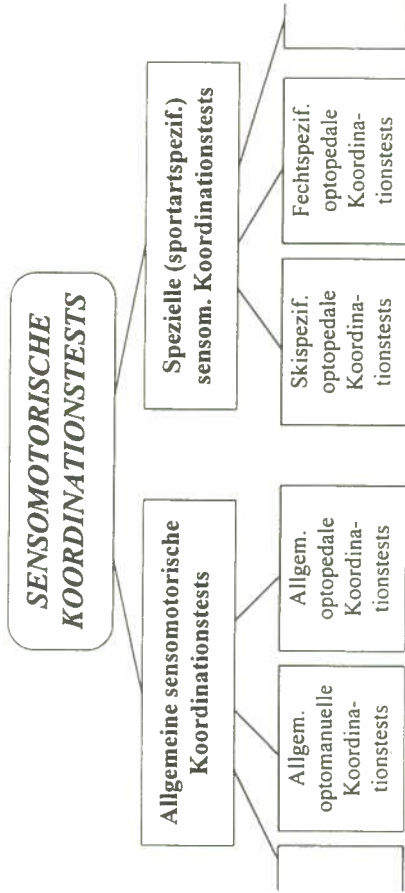


Abb. 13: Allgemeine und spezielle optomotorische Testverfahren

- Parameter zur Beurteilung der sensomotorischen Steuerung

Als Ergebnis jeder Untersuchung einer Tp werden die in den 25 bzw. 50 Zeiteinheiten (zu je 20 Sekunden) erzielten Treffer ausgedruckt. Die Treffer von je fünf Zeiteinheiten werden in Zeitgruppen zusammengefaßt. Die in Zeiteinheiten möglichen Zufälligkeiten extrem kleiner oder großer Zielquadratsprünge heben sich in den Zeitgruppen weitgehend auf. Auf Basis der Zeitgruppenwerte werden die

Größen „*Optomotorische Steuerungsfähigkeit*“ (Gesamttreffer), „*Lernfähigkeit beim optomotorischen Steuern*“ (Trefferzuwachs), „*Leistungsentwicklung beim optomotorischen Steuern*“ (zunehmende, stagnierende oder abnehmende Leistungstendenz) sowie „*Leistungsfluktuation beim optomotorischen Steuern*“ (mittlere Schwankung der Leistung im Testverlauf) berechnet und als Parameter der optomotorischen Koordinationsleistung verglichen und interpretiert. Ausführliche Angaben zur Berechnung und Verwendung der einzelnen Parameter finden sich bei FETZ/HATZL (1997a; 1997b; 1997c).

2.4.3. *Ausgewählte Ergebnisse zur sensomotorischen Steuerungsfähigkeit*

Aus der Fülle der mit dem SMK-Test erhobenen Daten können in diesem Rahmen lediglich einige ausgewählte Ergebnisse vorgestellt werden. Die Darstellung konzentriert sich hierbei auf den Vergleich der Ausprägung der allgemeinen und der skispezifischen optopedalen Steuerungsfähigkeit bei Skisportlern und Vertretern verschiedener Sportarten. Ergebnisse zu weiteren Untersuchungsaspekten (z.B. der Lernfähigkeit, Ontogenese der Steuerungsfähigkeit, Steuerungsverhalten bei Veränderungen des motorischen oder sensorischen Aktionsfeldes, Einfluß von Vor- und Simultanbelastungen auf die Steuerungsfähigkeit) können in entsprechenden Publikationen der Autoren nachgelesen werden (FETZ 1974; FETZ/HATZL 1997a, 1997b, 1997c). Für die Ergebnisdarstellung wird im Rahmen dieses Beitrags lediglich der zentrale Parameter „*Optomotorische Steuerungsfähigkeit*“ berücksichtigt.

- Steuerungsfähigkeit bei allgemeiner und skispezifischer optopedaler Aufgabenstellung

Eine bedeutsame Erweiterung des Forschungskonzeptes liegt im Bereich sensomotorisches Steuerungsvermögen Auge-Fuß (optopedale Steuerungsfähigkeit). Die optopedale Steuerungsfähigkeit (OPSF) kann allgemein (sportartübergreifend) oder sportartspezifisch getestet werden. Die optopedale Steuerungsfähigkeit wird wie die optomanuelle Steuerungsfähigkeit erhoben. Beim allgemeinen Test wird dabei mit dem dominanten Fuß die Steuermaus geführt, bei sportartspezifischen Ausführungen kommen spezielle Fußsteuergeräte zum Einsatz. Alle Varianten (Kurz- und Langform des Tests, Blickfeldspiegelungen, klein- und großmotorische Aktionsfelder usw.) des optomanuellen Tests sind auch für den optopedalen Test möglich.

Hinsichtlich der **allgemeinen optopedalen Steuerungsfähigkeit** liegen derzeit leider nur sehr wenige Vergleichsdaten von Vertretern verschiedener Sportarten vor. Von den getesteten Gruppen erbrachten die Fußballspieler (Hochschulauswahl) mit 334,9 Treffern geringfügig bessere Leistungen als die Handballspieler (Hochschulauswahl) mit 325,4 Treffern und die Vergleichsgruppe der Sportstudenten mit 318,9 Treffern. Alle Unterschiede liegen im Zufallsbereich, was daran liegen dürfte, daß sich die drei Stichproben sportspezifisch nur wenig unterscheiden (auch unter den Handball- und Fußballspielern befanden sich zahlreiche Sportstudenten, die naturgemäß eine sehr breite sportliche Ausbildung aufweisen). Für die vergleichende Darstellung der Ausprägungsgrade der beim **skispezifischen optopedalen Koordinationstest** gemessenen Koordinationsparameter „*Optopedale Steuerungsfähigkeit*“ werden die Ergebnisse von Skiläufern unterschiedlicher Kader des Österreichischen Skiverbandes herangezogen. Die Sportstudenten/innen - durchgehend "gute" Skifahrer - dienen als Vergleichsgruppe. Sportmotorische

Merkmalsausprägungen, die signifikant das Niveau der Sportstudenten übertreffen, dürften zu den Charakteristika einer speziellen Sportart - in unserem Falle zum alpinen Skilauf - gehören. Die statistischen Gruppencharakteristika können der Tabelle 4 entnommen werden.

Gruppe / Sportart	Anzahl	Alter	Leistungsklasse
ÖSV-Kaderläuferinnen alpin	13	20	Weltklasse
ÖSV-A-Kaderläufer alpin	8	24	Weltklasse
Sportstudentinnen	15	21	Allroundsportler
Sportstudenten	20	22	Allroundsportler

Tab. 4: Statistische Kennwerte der Testgruppen optopedale Steuerungsfähigkeit

Die *optomotorische Steuerungsfähigkeit Auge-Fuß mit skispezifischer Steuerung* erbrachte bei den A-Kaderläufern des ÖSV im Langtest im Durchschnitt $\bar{x} = 445,8$ Treffer. Die Leistungen der Kaderläufer kommen erst zur Geltung, wenn man sie mit den Mittelwerten der Sportstudenten ($\bar{x} = 362,2$ Treffer) vergleicht.

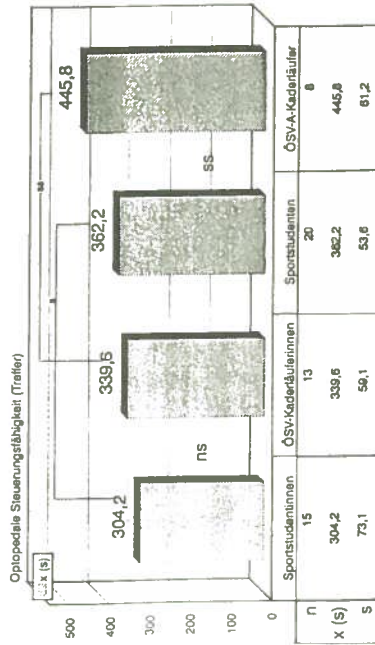


Abb. 14: Absolute optopedale Steuerungsfähigkeit der Testgruppen (skispezifisch; normales BF bei 50 ZE)

Die Skirennläufer des ÖSV übertreffen die Sportstudenten stark signifikant (Abb. 14). Ein weniger deutliches Bild ergibt sich bei den weiblichen Testgruppen. Auch hier sind zwar die ÖSV-Kaderläuferinnen mit einem Durchschnittswert von 339,6 Treffern den Sportstudentinnen mit $\bar{x} = 304,2$ Treffern leicht überlegen, der Unterschied ist jedoch statistisch nicht gesichert.

Die Korrelation zwischen den Leistungen im Skilauf (zur Berechnung der Rangkorrelationen wurden die einschlägigen FIS-Punktelisten verwendet) und optopedale Steuerungsfähigkeit der A-Kader-Fahrer beträgt $r = 0,53$. Hohe Rangkorrelationen ergaben sich zwischen den Rängen beim OMK-Test (OPSF) und den Rängen bei Riesenslalom, Super G bzw. der Gesamtzahl der FIS-Punkte der A-Kader Technikerinnen des ÖSV. Die Rangkorrelationen der FIS-Punkte insgesamt erbrachten hier den höchsten Wert mit $r = 0,86$. Ein ebenfalls bemerkenswerter Zusammenhang

ergab sich mit $r = 0,70$ bei einer Gruppe von Nachwuchsskirennläuferinnen des ÖSV (Rangkorrelationen zwischen erreichten Gesamt-FIS-Punkten und der optopedalen Steuerungsfähigkeit / skispezifisch). Diese Zusammenhänge genügen zur Dokumentation der Bedeutung der getesteten Fähigkeiten für skisportliche Leistungen der Kaderangehörigen.

2.5. Sensomotorische Rhythmisierungsfähigkeit

2.5.1. Forschungsbereich und Entwicklung von Testverfahren

Sensomotorische Rhythmisierungsfähigkeit wird meist als die „Fähigkeit, einen von außen vorgegebenen Rhythmus zu erfassen und motorisch zu reproduzieren sowie einen 'verinnerlichten', in der Bewegungsvorstellung existierenden Rhythmus einer Bewegung in der eigenen Bewegungstätigkeit zu realisieren“ (BLUME 1981, 27) definiert. Aus der von BLUME gegebenen Definition wird das Zusammenwirken von Sensorik zum Erfassen eines Fremdritmus, der Bewegungserfahrung, der Intelligenz bzw. der Phantasie zum Entwerfen eines Bewegungskonzeptes und der Motorik zur Reproduktion bzw. Darstellung des Bewegungsrhythmus als Grundlage für die Rhythmisierungsfähigkeit eines Menschen deutlich.

Trotz der mehrfach festgestellten großen Bedeutung der Rhythmisierungsfähigkeit für alle Bereiche des Sports (RIEDER/BALSCHBACH/BAYER 1991; RÖTHIG 1990; RÖTHIG/NICOL 1983; HOTZ 1986 u. 1996) sind die Möglichkeiten der testmäßigen Erfassung der Rhythmisierungsfähigkeit noch unbefriedigend, da sehr einseitig. Eine umfangreiche Zusammenfassung von gängigen Testverfahren zur Erfassung von Komponenten der Rhythmisierungsfähigkeit findet sich bei BACHMANN (1997a, 81-88). Ursache für diese Defizite mag sein, daß es unzählige Formen der Rhythmisierungsfähigkeit gibt. FETZ/BACHMANN (1996, 55f) versuchen die unterschiedlichen Erscheinungs- und Bedingungsformen der Rhythmisierungsfähigkeit in zwei Schemata darzustellen. Zudem muß der Leistungsdiagnostiker bei der Erfassung der Rhythmisierungsfähigkeit bedenken, daß:

- ⊙ jede sportliche Bewegung einen ganz speziellen Bewegungsrhythmus besitzt (PÖHLMANN 1992, 85),
- ⊙ Rhythmusvorgaben sportartspezifisch unterschiedlich sein können,
- ⊙ die Fähigkeit zur Rhythmusaufnahme und -beibehaltung von den angeforderten Sinnesbereichen (Sensorik) sowie dem Ausmaß ihrer Schulung abhängig ist (HASLER 1989, 15),
- ⊙ je nach Bewegungsaufgabe einzelne Körperteile rhythmisch eingesetzt oder unterschiedliche Bewegungen einzelner Körperteile zu einem Bewegungsrhythmus zusammengefaßt werden müssen und
- ⊙ der Begriff Rhythmus sehr vielschichtig und universell gebraucht wird.

Am Institut für Sportwissenschaften der Leopold-Franzens-Universität Innsbruck wurde daher ein Testgerät (der „Tretkreisel“) zur Erfassung von Parametern entwickelt, die als Indikatoren für die Ausprägung der sensomotorischen Rhythmisierungsfähigkeit herangezogen werden können. Das Verfahren soll es dem Leistungsdiagnostiker oder Trainer ermöglichen, einen Rhythmisierungstest anzuwenden, der auf die Rhythmusvorgaben, wie sie in der getesteten Sportart vorkommen, abgestimmt ist.

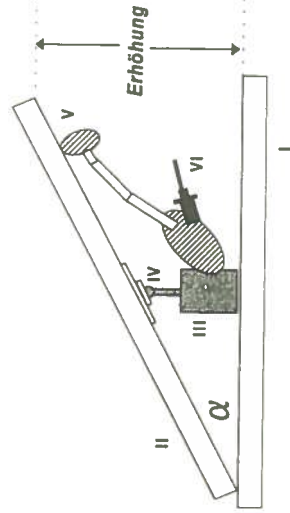


Abb. 15: Der Tretkreisel

So ermöglicht der Tretkreisel (Abb. 15) zusammen mit einem Computerprogramm die Auswahl eines Rhythmuskonstanz- oder Rhythmuswechselltests mit gleichmäßigem oder zufälligem Rhythmuswechsel, eines Tests mit gleichbleibender oder wechselnder Bewegungsrichtung sowie von selbstgewählten akustischen oder optischen Rhythmusvorgaben und erlaubt die Erfassung der Rhythmisierungsfähigkeit durch unterschiedliche Körperteile. Je nach Testvariation können zusätzlich verstärkt Anforderungen an die Schnelligkeit, die Ausdauer oder das Gleichgewicht der Testperson gestellt werden.

Der Tretkreisel besteht aus einer horizontalen Grund- (I) und einer schräg stehenden (II) Standscheibe (Durchmesser jeweils 49,5 Zentimeter). Letztere ist an einer zentralen Achse (III) durch ein Kugelgelenk (IV) mit der starren Grundplatte verbunden und ruht über eine Laufrolle (V) zusätzlich auf einem höhenverstellbaren und in beide horizontale Richtungen endlos drehbaren, abgefedernten Traggarm (VI). Die Testperson (Tp) steht zu Beginn des Tests mit beiden Beinen in beliebig großem Seitgrätschstand auf der Standfläche des Tretkreisels. Durch entsprechende Belastungsverteilung und entsprechenden Kräfteinsatz kann der Traggarm von der Tp in bezug zur ruhenden Grundplatte in Rotation versetzt werden. Jedesmal, wenn die Laufrolle des Traggarmes den markierten Startpunkt in der vorgegebenen Drehrichtung passiert, ist eine Drehung (Runde) vollendet. Da der Traggarm dabei eine kreisende Bewegung beschreibt, wurde die Bezeichnung "Tretkreisel" für das Testgerät gewählt.

Mittels zweier Lichtstrahlen, die in der Grundplatte versenkt und über ein Kabel mit einem Computer verbunden sind, können Geschwindigkeits- und Richtungsänderungen des Traggarmes genau registriert werden. Der Computer erfasst die Zeit für jene Runden des Traggarmes, die vollständig in die festgelegte Richtung zurückgelegt wurden. Bewegt sich der Traggarm in die falsche, nicht vorgegebene Drehrichtung, setzt der Computer mit dem Rundenzähler solange aus, bis der Traggarm wieder in die vorgegebene Richtung gedreht wird. Die Testzeit läuft indes weiter. In der Auswertung können sowohl zeitliche Komponenten als auch Genauigkeitskomponenten des gesamten Tests oder von Teilen des Tests betrachtet werden. Eine genaue Beschreibung des Testgerätes, der Gütekriterien und Möglichkeiten der Testauswertung sowie weiterer Testvariationen und deren Testanweisungen findet sich bei BACHMANN (1997a und 1997b).

2.5.2. Ausgewählte Ergebnisse zur sensomotorischen Rhythmisierungsfähigkeit

Um die Forderung nach Rhythmisierungstests, die auf die für eine Sportart spezifischen Rhythmusvorgaben bzw. den sportartspezifischen Bewegungsrhythmus abgestimmt sind, zu unterstreichen, wird im folgenden die Rhythmisierungsfähigkeit von Vertretern zweier sehr unterschiedlicher Gruppen von Sportarten verglichen und kurz diskutiert. Untersucht wurden alpine Skiläufer, Snowboarder und Nordische Kombinierte sowie Handball-, Fußball- und Wasserballspieler (Tab. 5).

Sportart	n	sportliche Qualifikation	Alter
Alpiner Skilauf	13	Europaklasse	22,1
Snowboarder	10	Weltklasse	22,7
Nordische Kombination	13	Weltklasse	19,2
Fußball	10	Nationale A-Klasse	25,6
Wasserball	10	Nationale A-Klasse	23,6
Handball	10	Nationale B-Klasse	22,4

Tab. 5:

Statistische Kenndaten der untersuchten Gruppen	Rhythmisierungsfähigkeit
Alpiner Skilauf	22,1
Snowboarder	22,7
Nordische Kombination	19,2
Fußball	25,6
Wasserball	23,6
Handball	22,4

Bei allen Sportlern wurde ihre Rhythmisierungsfähigkeit durch die Beine auf dem Tretkreisel bei selbstgewähltem Rhythmus und gleichbleibender Bewegungsrichtung getestet. Als Maß für ihre Rhythmisierungsfähigkeit wurde die für 20 gleichsinnige Runden benötigte Zeit herangezogen.

Die beste Rhythmisierungsfähigkeit zeigen die alpinen Skirennläufer mit durchschnittlich 13,9 Sekunden (Abb. 16). Ihre Leistungen sind damit stark signifikant besser als jene der Vertreter der anderen fünf Sportarten. Die Ergebnisse der Nordischen Kombinierten ($\bar{x} = 19,1$ s) sind nur geringfügig besser als jene der Snowboarder ($\bar{x} = 19,3$ s). Ihre durchschnittlichen Testleistungen sind jedoch stark signifikant besser als jene der Ballsportler. Unter den Ballsportlern zeigen die Fußballer die beste Rhythmisierungsfähigkeit ($\bar{x} = 26,1$ s). Sie erbringen damit eine signifikant bessere Testleistung als die Handballer ($\bar{x} = 33,9$ s) und die Wasserballer ($\bar{x} = 34,7$ s). Zwischen den Werten der Handballer und Wasserballer konnte kein signifikanter Unterschied errechnet werden.

Für die starke Überlegenheit der alpinen Skiläufer lassen sich vordergründig zwei Erklärungen finden. Durch sich ständig ändernde Torkombinationen bzw. Geländeformen ist der alpine Skiläufer wesentlich häufiger gezwungen, sich auf einen neuen Rhythmus einzustellen. D.h., seine Rhythmisierungsfähigkeit wird wesentlich stärker beansprucht und dadurch stärker ausgebildet als im Skilanglauf, wo der Athlet meistens aus Gründen der Bewegungsökonomie bedacht ist, einen (seinen) Rhythmus zu laufen. Zudem wird der alpine Skiläufer durch eine besser ausgeprägte Aktionsschnelligkeit bei der ausgewählten Testversion bevorzugt.

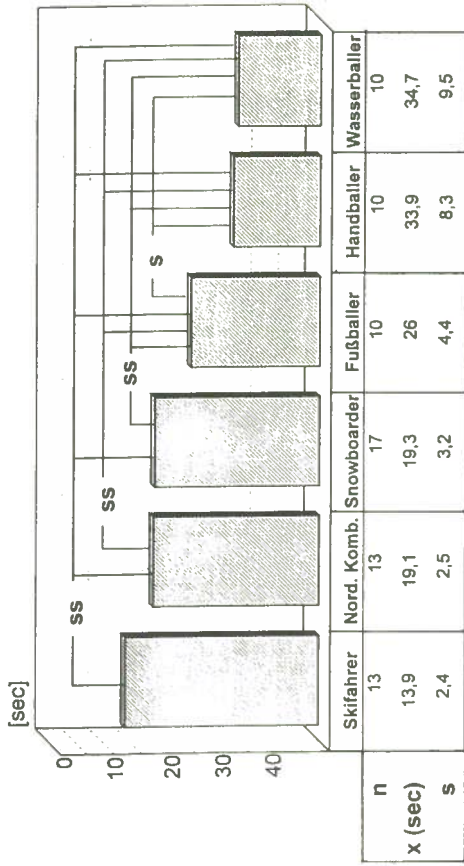


Abb. 16:
Vergleich des Ausprägungsgrades der sensomotorischen Rhythmisierungsfähigkeit auf dem „Tretkreisel“ bei selbstgewähltem Bewegungsrhythmus und gleichbleibender Bewegungsrichtung in unterschiedlichen Sportarten anhand der Testzeit

Durch das Leistungsprofil seiner Sportart werden an die Rhythmisierungsfähigkeit des Snowboarders ähnliche Anforderungen gestellt wie beim alpinen Skilauf. Snowboarden ist jedoch im Vergleich zum alpinen Skilauf noch eine junge Sportart, deren Trainingsmethoden noch lange nicht ausgereift sind. Auch wenn die getesteten Snowboarder die weltweit besten Vertreter ihrer Sportart darstellen, zeigt sich, daß ihre koordinativen Fähigkeiten und somit ihre Rhythmisierungsfähigkeit noch lange nicht voll austrainiert sind.

Die „schlechtere“ Rhythmisierungsfähigkeit der untersuchten Ballsportler gegenüber den getesteten Wintersportlern deutet darauf hin, daß in ihren Sportarten an andere koordinative Grundfähigkeiten, wie an die Orientierungs- oder Differenzierungsfähigkeit, stärkere Anforderungen gestellt werden. Auch scheint der im Rhythmisierungsfest geforderte Bewegungsrhythmus (starkes Belasten und Entlasten der Beine im alternierenden Wechsel) nicht den Bewegungsrhythmen der drei Ballsportarten zu entsprechen. Wasserballer müssen beim Wasserballkampf sowohl Beine als auch Arme sehr rhythmisch für einen optimalen Antrieb einsetzen und aufeinander abstimmen. Diese rhythmische Belastung scheint für die Testanforderungen jedoch nicht spezifisch genug zu sein wie eine Rhythmusschulung durch Rad- und Laufbewegungen. Ein Schluß, der durch die stark signifikanten besseren Ergebnisse der Triathleten, die ebenfalls Brustkraul schwimmen, gestützt wird (BACHMANN 1997b, 147).

Die Ergebnisse vorliegender Untersuchung zeigen, daß die geprüfte Form der Rhythmisierungsfähigkeit eine zentrale Rolle im Leistungsprofil der drei ausgewählten Wintersportarten einnimmt als bei den untersuchten Ballsportarten. Die

Ergebnisse unterstützen obige Forderung nach Rhythmisierungstests, die bezüglich Rhythmusvorgabe, Rhythmusreproduktion, Testdauer und Testauswertung an die Anforderungen (Bewegungsrhythmen) der jeweiligen Sportart angepaßt werden können. So waren zum Beispiel in einer späteren Untersuchung beim Rhythmisierungstest auf dem Tretkreisel mit vorgegebenem Rhythmus- bzw. Bewegungsrichtungswechsel die Testergebnisse der Handballer bereits geringfügig (nicht signifikant) besser als jene der Snowboarder und Nordischen Kombinierer (BACHMANN 1997a, 177ff).

3. Ausblick

Die Forschung in den in diesem Beitrag kurz vorgestellten Bereichen stellte vielfach eine Pionierleistung auf dem Gebiet der Psychomotorikforschung dar. Die Arbeiten der Gruppe um Prof. FETZ haben vor allem (aber nicht nur) im deutschen Sprachraum viel Beachtung und weitere Forschungsaktivitäten hervorgerufen. Dennoch sind bei weitem nicht alle Fragen in den behandelten Bereichen restlos geklärt. Den Problemen der Psychomotorik wird daher auch nach der Emeritierung des Initiators der bisherigen Forschungsbemühungen, Prof. FETZ, am ISW Innsbruck weiterhin die nötige Beachtung geschenkt werden. Vor allem der Komplex der koordinativen Fähigkeiten in Abstimmung auf die Bedürfnisse spezieller Sportarten und Personengruppen wird bereits weiterbearbeitet.

Literatur:

- BACHMANN, O., Ausprägungsgrad der sensomotorischen Rhythmisierungsfähigkeit bei Hochleistungssportlern verschiedener Sportarten, in: KORNEXL/HATZL/HOTTER (Red.), 150 Jahre Sport an der Universität Innsbruck 1947-1997, Innsbruck: 1997b.
- BACHMANN, O., Erfassung der sensomotorischen Rhythmisierungsfähigkeit und ihr Ausprägungsgrad in Abhängigkeit von verschiedenen Einflußfaktoren, unveröff. Dissertation, Innsbruck 1997a.
- BLUME, D.-D., Kennzeichnung koordinativer Fähigkeiten und Möglichkeiten ihrer Herausbildung im Trainingsprozeß, in: Wissenschaftliche Zeitschrift der DHfK, 22(1981)3:17-19.
- FETZ, F., Bewegungslehre der Leibesübungen. 3., überarb. Aufl., Wien 1989.
- FETZ, F., Biomechanik alpiner Zieleinlaufftechniken, in: FETZ/MÜLLER (Hg.), Biomechanik des alpinen Skilaufs, Stuttgart 1991, S. 124-130.
- FETZ, F., Lerngradienten und Reminiszenzeffekte als Parameter effizienter Leistungssteuerung, in: KIRCHGASSNER (Hg.), 40 Jahre Deutsche Hochschule für Körperkultur Leipzig, St. Augustin 1991, S. 102-114.
- FETZ, F., Reminiszenzeffekte beim motorischen Lernen, in: MENZEL/PREIS (Hg.), Forschungsgegenstand Sport, Frankfurt a. M. 1990a, S.102-130.
- FETZ, F., Sensomotorisches Gleichgewicht im Sport, 2. überarb. u. erw. Aufl., Wien 1990b.
- FETZ, F., Reminiszenzphänomene als Einflußfaktoren der Trainingsplanung, in: JENNY/SCHOENBERGER/FLORA (Hg.), Jahrbuch '92 der Österreichischen Gesellschaft für Alpin- und Höhenmedizin, Innsbruck 1992, S. 115-128.
- FETZ, F., Sensomotorischer Koordinationstest im alpinen Skilauf, in: Sportwissenschaft, 4(1974)1:82-98.

- FETZ, F./T. HATZL, Spitzensportler auf dem Stabilometer, in: Leibesübungen-Leibeserziehung 48(1994)3: 9-12.
- FETZ, F./O. BACHMANN, Sensorische Rhythmisierungsfähigkeit der Sportkletterer und Skifahrer, in: E. JENNY u.a. (Hg.), Jahrbuch '96 der Österreichischen Gesellschaft für Alpin- und Höhenmedizin, Innsbruck 1996, S. 51-68.
- FETZ, F./T. HATZL, Optopedale Steuerungsfähigkeit im alpinen Skilauf, in: Sportwissenschaft, (1997a)1: 60-75.
- FETZ, F./T. HATZL, Sensorische Steuerungsfähigkeit im Sport, in: KORNEHL, E./T. HATZL/B. HOTTER (Hg.), 150 Jahre Sport an der Universität Innsbruck. 1847-1997. Innsbruck 1997b.
- FETZ, F./T. HATZL, Sensorische Koordinationfähigkeit und Alpinsport, in: JENNY/FLORA/BERGHOLD (Hg.), Jahrbuch '97 der Österreichischen Gesellschaft für Alpin- und Höhenmedizin, Innsbruck 1997c, S.209-232.
- FETZ, F./E. KORNEHL, Sportmotorische Tests, 3., überarbeitete und erweiterte Aufl., Wien 1993.
- FETZ, F./I. WERNER, Händigkeitdominanz, in: Motorik, 15(1992)3:169-184.
- FISCHER, K., Rechts-Links-Probleme in Sport und Training, Schorndorf 1988.
- HASLER, H.R., Funktion und Bedeutung der koordinativen Fähigkeiten, in: Magglingen, 46(1989)1:14f.
- HOTZ, A., Qualitatives Bewegenslernen. Sportpädagogische Perspektiven einer kognitiv akzentuierten Bewegungslehre in Schlüsselbegriffen, Zumikon 1986.
- HOTZ, A., „Der schnelle Lernweg“ - eine Gradwanderung zwischen Holz- und Königsweg, in: S. GRÖßING u.a. (Hg.), Bewegungswelten der Kinder und Jugendlichen. Antworten der Sportdidaktiker, Sportdidaktisches Expertengespräch, Salzburg 1996.
- KOHLMANN, T., Die Psychologie der motorischen Begabung, Wien - Stuttgart 1958.
- KORNEHL, E., Das sportmotorische Eigenschaftsniveau des alpinen Skirennläufers, Berlin - München - Frankfurt 1980.
- NACHBAUER, W., Saisonales Eigenschaftsprofil der Schirennläufer. Unv. Hausarbeit, Innsbruck 1980.
- OBERBECK, H., Seitigkeitstypologie im Sport, Schorndorf 1989.
- PÖHLMANN, R., Rhythmologie-Rhythmometrie-Rhythmotopologie: Statements zur Rhythmusforschung in den Sport- und Bewegungswissenschaften, in: G. HAMSEN, (Red.), Rhythmus und Bewegung: Konzepte, Forschung, Praxis. Heidelberger Fachgespräche zur Sportwissenschaft, Bd. 1, Heidelberg 1992a.
- PÖHLMANN, R., Rhythmus und Bewegung - ihre Bedeutung für ältere Menschen, in: H. BAUMANN/M. LEYE (Hg.), Älter werden - kompetent bleiben. Eine Herausforderung für den Sport!? Erlangen 1992b.
- RIEDER, H./R. BALSCHBACH/B. PAYER, Lernen durch Rhythmus. Aspekte eines musikalisch orientierten bewegungs-rhythmischen Lehrkonzeptes, Heidelberg 1991.
- RÖTHIG, P., Zur Theorie des Rhythmus, in: E. BANNMÜLLER/P. RÖTHIG (Hg.), Grundlagen und Perspektiven ästhetischer und rhythmischer Erziehung, Stuttgart: 1990.
- RÖTHIG, P./K. NICOL, Über den Zusammenhang zwischen Wiederholungsgenauigkeit und Sympathiewert bei zyklischen Bewegungen, in: Sportwissenschaft, 13(1983)4:391-406.
- SCHARFENBERG, A., Bewegungsregulation aus biologischer Sicht in unterschiedlichen Anforderungssituationen am Beispiel des Skisports, Dissertation an der DHfK Köln, Köln 1992.
- SCHILLING, F., Zur Methodik der Lateraliätsbestimmung, in: EGGERT (KIPHARD (Red.)), Die Bedeutung der Motorik für die Entwicklung normaler und behinderter Kinder, Schorndorf 1972, 248 - 265.

Der Begriff Kultur im Konzept der bewegungskulturellen Erziehung

THE TERM CULTURE IN THE CONCEPT OF MOVEMENT CULTURE EDUCATION

Zusammenfassung

Die Aufgabe der schulischen Bewegungserziehung zentriert sich um den Begriff „Bewegungskultur“, der in zweifacher Bedeutung - als individuell-humane Befindlichkeit und geistig-gesellschaftliche Zuständigkeit - beschrieben und erläutert wird. Im zweiten Teil dieses Beitrags werden die Facetten des Kulturbegriffes, die Kulturauffassung Johann Gottfried HERDERS und die enge Verflochtenheit der Phänomene Kultur und Natur zur Darstellung gebracht. Diese Ausführungen bilden gleichsam den kulturtheoretischen Untergrund eines bewegungspädagogischen Konzeptes, das im dritten Kapitel in seinen wesentlichen Grundsätzen zur Diskussion gestellt wird.

Summary

The tasks of physical education are allocated around the term „Bewegungskultur“ (movement culture) which is described and explained in a double meaning. Once as individual human characteristics and once as a spiritually and socially defined phenomenon. In the second part of this paper the facets of the term „culture“ are dealt with as well as the respective philosophy of J.G. HERDER and the close interrelations of culture and nature. This is the theoretical background of a pedagogical movement concept which is discussed in its basic ideas in the third part.

Einleitung

Die nachfolgenden Überlegungen richten sich auf den Begriff der Bewegungskultur, der einer schulischen Bewegungserziehung zum Richtmaß aller unterrichtlichen Maßnahmen und damit zur wichtigsten Zielvorstellung werden soll. Es wird vor allem die Abhängigkeit der Bewegungskultur von der allgemeinen Kulturauffassung dargestellt und in der Vielschichtigkeit dieser Beziehung erörtert. Es wird hingegen nicht die meines Erachtens überflüssige Frage gestellt, ob Sport zur Kultur¹ zu rechnen sei oder nicht. Der Begriff Bewegungskultur schließt die Erscheinungsformen der gegenwärtigen Sportkultur selbstverständlich mit ein, greift aber über diese hinaus und kennzeichnet eine größere Breite und Tiefe des menschlichen Bewegungshandels. Es wird im Verlauf der Ausführungen deutlich werden, welche Auffassung von Kultur diesem Begriff zugrundegelegt ist und es werden kulturtheoretische Positionen beschrieben, die es geradezu einfordern, die Bewegungstätigkeiten des Menschen als kulturelle Phänomene zu bezeichnen. Vorweg sei aber gesagt, daß der verwendete Kulturbegriff weder neuhumanistisch eng aufgefaßt wird und darunter nur die hohe

¹ Die kulturtheoretische Begründung des Sports fordert E. HILDENBRANDT ein und leistet sie in Ansätzen auch selber durch den Rückgriff auf die Kulturphilosophie von E. CASSIRER. Vgl. dazu HILDENBRANDT 1994 und 1997.