

Differenzielles Lehren und Lernen von Bewegung - Durch veränderte Annahmen zu neuen Konsequenzen

1 Einleitung - Theoretische Grundlagen

In Heideggers Schrift *Identität und Differenz* wird erstmals deutlich gemacht, dass die vorherrschende Tendenz in der europäischen Philosophie seit Platon überwiegend auf das Eine, Identische gerichtet ist und das Viele, Verschiedene von diesem aus zu erfassen sucht (Heidegger, 1957). Auf den ersten Blick folgerichtig sieht Adorno begriffliches Denken als von sich aus identifizierend charakterisiert. Denken in Begriffen heißt demnach Verallgemeinern, Gemeinsames herauszuheben. Aus philosophischer Sicht muss deshalb das Besondere, Nicht-identische durch die Raster dieses Denkens fallen (Kimmerle, 2000). Im Unterschied zu Adorno betrachtet Derrida jedoch die traditionelle Begrifflichkeit nicht als etwas Unentrinnbares, sondern verweist mit einer „Philosophie der Differenz“ vor allem auf den Selbstgenerierungsprozess der Differenzen, der in einer „Dekonstruktion“ der Philosophie resultiert (Derrida, 1988). Darin wird identifizierendes Denken als eine Möglichkeit philosophischen Diskurses betrachtet und andere Möglichkeiten vorbereitet, indem der traditionelle Diskurs gezwungen wird sich zu öffnen (Kimmerle, 2000). Analog erweist sich die Begrifflichkeit der Bewegungswissenschaft als so tiefgehend geprägt vom Denken der Identität, dass die Differenz damit nur schwer zu erfassen ist. Auf Grund einer genaueren Analyse der wissenschaftlichen und wissenschaftstheoretischen Voraussetzungen werden im folgenden alternative Annahmen und ihre praktischen Konsequenzen in Bezug auf die Rolle der Differenz beim Lehren und Lernen von Bewegungen diskutiert.

2 Traditionelle Formen des Lehrens und Lernens

Als Grundlage für traditionelles Lehren und Lernen von Bewegung in Verein und Schule lassen sich grob drei Bereiche identifizieren, die Modelle zur Verbesserung oder Optimierung dieses Prozesses bereitstellen:

1. Lernmodelle,
2. Lehrmodelle,
3. Bewegungsmodelle.

Zu 1.): Zu den wesentlichen Lernmodellen zählen nach Schermer (1991) a) das Lernen durch Kontiguität bzw. die klassische Konditionierung nach Pawlow 1849-1936) und Guthrie (1886-1959)

- b) das Lernen durch Verstärkung bzw. die operante Konditionierung mit der Basis des Versuch-Irrtums-Lernen nach Thorndike (1874-1949), Hüll (1884-1952) und Skinner (1904-1990).
- c) das Lernen durch Beobachtung nach (Bandura, 1986) oder Modelllernen
- d) das Lernen durch Einsicht (Köhler, 1917) mit den kognitions-orientierten Konsequenzen des Bewusstmachens von Bewegung.

Zu 2.): Lehrmodelle lassen sich grob untergliedern in (u.a. Fetz, 1979):

- a) Methodische Reihen
 - Methodische Übungsreihen
 - Methodische Übungsreihen für motorische Fertigkeiten*
 - Methodische Übungsreihen für konditionelle Fertigkeiten*
 - Methodische Spielreihen
- b) Induktive - Deduktive Lehrkonzepte mit den analytischen und synthetischen Realisierungsansätzen

Zu 3.): Grundlegende Bewegungsmodelle, die ausgewählte Phänomene der Bewegung modellieren, sind:

- das Open-loop-Modell (Offener Regelkreis) nach (u.a. Lashley, 1917)
- das Closed-loop-Modell (Geschlossener Regelkreis) (u.a. Adams, 1971; Anochin, 1967) und
- das schematheoretische Modell nach Schmidt (1975), mit dessen sportpraktischer Realisierung im deutschen Sprachraum nach Roth (1989; 1990; 1991)

Im Allgemeinen kommt es sowohl in Schule und Verein zu einer gemischten Anwendung der Modelle, in dem meist nach dem Modell eines Regelkreises das zu erlernende Ziel in Anlehnung an das Lernen am Modell vorgegeben wird und mittels bedingter und operanter Konditionierung der Ist-Zustand sich sukzessive dem Ziel-Zustand annähert. Unterstützung findet der Lernprozess meist durch die Einsicht in Konstrukte der Theorie. Die Form der Annäherung folgt dabei je nach Überzeugung induktiven oder deduktiven Lehransätzen eher elementhaft oder eher ganzheitlich. Versuchs-Irrtum-Lernen findet oft nur Anwendung in einer Form, in der sich der Irrtum ebenfalls am vorgegebenen Ziel orientiert, d.h. solange ausprobiert wird, bis das erwartete Ziel gefunden ist. Mögliche Alternativen werden oft als kleinerer Irrtum auf dem Weg zu möglichen Lösungen ignoriert. Open und Closed-loop Modelle konzentrieren sich hierbei lediglich auf ausgewählte Bewegungsformen. Eine Ausnahme bildet die Schematheorie als eine Form der Closed-loop-Modelle insofern, als sie nicht mehr eine gesamte Bewegung zum Ziel des Lernprozesses macht, sondern abstrakte Invariante für den nachzuahmenden und einzuschleifenden Sollzustand erklärt und damit für das Speicherproblem eine Lösung anbietet. In der Mehrzahl führen demzufolge diese Grundlagen unter dem Vorwand einer möglichst effektiven Unterrichtsgestaltung zu einem Lehren und Lernen von Bewegungen, das sich

- a) an relativ engen und teilweise widersprüchlichen Zielvorgaben orientiert (Ideal/Zieltechnik) (Nitsch, Neumaier, deMarees, & Mester, 1997) und
- b) sukzessive an diese vorgegebene Ziele annähert, u.a. entsprechend dem (ungeprüften) Prinzip der Übereinstimmung (Diatschkow, 1972).
- c) Dabei sollen „Fehler“ vermieden werden und
- d) die „korrekte“ Lösung mit hohen Wiederholungszahlen eingeschliffen werden (Martin, Carl, & Lehnertz, 1991).

Ohne Zweifel wurden und werden mit diesen traditionellen Annahmen Erfolge in Schule und Verein oder national und international erzielt und dies scheint aus Gewohnheit auch nicht ungewöhnlich. Weniger plausibel scheint in diesem Zusammenhang die Überlegung, wo sich der Sport heute befinden würde, wenn sich alle Vorfahren an diese Annahmen und Modelle gehalten hätten: Wir würden mit großer Sicherheit noch im Schersprung Hochspringen, mit der Angehetechnik Kugelstoßen, im Diagonalschritt Skilanglaufen oder mit kreisenden Armen und geschlossenen Skispitzen Skispringen. Aus dieser Sicht scheinen innovative Neuerungen vor allem im Sport gerade dann erfolgt zu sein, wenn sich Athletinnen und Trainerinnen nicht an die oben genannten Vorgaben hielten.

Inhaltlich logisch kommt noch erschwerend hinzu, dass zwei wesentliche Charakteristiken von Bewegung zwar seit langem bekannt sind, diese jedoch auf deskriptive Ebene beschränkt bleiben, um traditionellen Theorien nicht zu widersprechen. Praktische Konsequenzen werden aus den Charakteristiken nicht gezogen. Ein Charakteristikum bezieht sich a) auf die Nichtwiederholbarkeit zweier identischer Bewegungen, das andere b) auf die Individualität von Bewegung. Der allgemeinste und wohl älteste dokumentierte Hinweis auf die Unmöglichkeit zweier identischer Situationen stammt von Heraklit (500 a.D.) in seiner Lebensweisheit: „Du steigst niemals zweimal in denselben Fluss“. Im Bereich des Sports lassen sich die Spuren dieses Charakteristikums bis auf Bernsteins (Bernstein, 1967) Äußerung über das Wiederholen ohne zu wiederholen zurückführen. Umfangreichere theoretische Ausführungen von (Hatze, 1986) zur Variabilität von Bewegungen beinhalteten Erklärungsmodelle und Quantifizierungsvorschläge. Zahlreiche jüngere Forschungsarbeiten zum Thema der Variabilität und Stabilität von Bewegung (Wollny, 1993; Loosch, 1995; Müller, 2001) haben die Nichtwiederholbarkeit nur implizit zum Gegenstand und verbleiben mit der terminologischen Kreation der „funktionellen Variabilität“ im Wesentlichen auf deskriptiver Ebene eines seit den Anfängen der Gestaltpsychologie bekannten Phänomens. In all diesen Ansätzen wird demnach Variation in einer Bewegungsausführung als ein nicht zu vermeidendes „Übel“ in Kauf genommen, das Stabilität diametral entgegengerichtet ist. Variabilität wird während des Aneignungs- und Festigungsprozesses zwar weiterhin gefordert, jedoch am ehesten im Sinne der Theorie des „variability of practice theory“ von (Schmidt, 1985) verstanden, wonach die variablen Parameter variiert werden sollen, um die Invarianten stabiler zu bekommen. Mangelnde Stabilität seitens der Invarianten wird entweder vernachlässigt oder mangelnden Wiederholungszahlen zugeschrieben.

Grundlegend andere Zugänge zum Thema Variabilität und Stabilität bieten der systemdynamische Ansatz mit den Arbeiten zur Selbstorganisation (Haken, Kelso, & Bunz, 1985; Schöner & Kelso, 1988) und Selbststabilisierung (Wagner & Blickhan, 1999) zyklischer Bewegungen an. Im ersten Fall wird Variabilität nicht mehr nur als unvermeidbares „Übel“ betrachtet, sondern in Anlehnung an die statistische Physik als Fluktuationen und Intermittenzen, die Voraussetzung für adaptive, lernfähige Systeme darstellen. Sie nehmen beim Übergang von einem stabilen Zustand in einen anderen stabilen eine besondere Rolle ein, indem sie zunehmen und einen Bereich der Instabilität bilden. Der systemdynamische Ansatz betont dabei vor allem den zeitlichen Verlauf von Systemen, in denen die Zustände nur einen Teil ausmachen. Im zweiten Fall werden Zonen von Schwankungen identifiziert, innerhalb derer das System von den Eigenschaften des Muskel-Sehnen-Apparates ausgehend selbst stabile Bewegungen ausführen kann, die dann keiner oder nur geringer zentraler Kontrolle bedürfen. In beiden Fällen sind demnach Fluktuationen und Intermittenzen Bestandteile der Theorie und somit Einflussgrößen des Systems. Das zweite in Bezug auf eine widerspruchsfreie bzw. geschlossene Theorie erschwerende Charakteristikum von Bewegungsausführungen ist deren Kopplung an das ausführende System bzw. die Individualität von Bewegungen. Wissenschaftstheoretisch beschäftigen wir uns hier mit einem Dilemma, das einem historischen Wandel unterliegt. Stand im Bereich der Psychologie des 19. Jahrhunderts noch das Individuum im Zentrum des Interesses, so orientierte sich die Forschung im folgenden Jahrhundert zunächst eher an allgemeinen individuenübergreifenden Fragestellungen, bevor es Ende desselben Jahrhunderts zusätzlich zu einer die Unterschiede betonenden Strömung der differentiellen Psychologie kam. Im Sport wurde Individualität meist mangels geeigneter Analyseverfahren, mangels auffindbarer Struktur (Brüggemann et al., 1992) und ungeprüft (Matwejew, 1981; Harre, 1979) angenommen. Sportpraktische Schlussfolgerungen dieser vorwissenschaftlichen Vorgehensweisen plädieren zwar im Groben für Toleranz gegenüber Abweichungen von der Norm, konkret sind sie meist jedoch der Intuition erfolgreicher Trainer und Lehrer überlassen.

Erste quantitative Hinweise auf die Individualität von Bewegungsabläufen lieferten jüngst Analysen mittels nichtlinearer Mustererkennungsverfahren (u.a. Schöllhorn & Bauer, 1998), die gleichzeitig die geringe Wahrscheinlichkeit identischer Bewegungswiederholungen zeigten (Schöllhorn, 1998).

In einer logischen Konsequenz führen beide Charakteristiken zu Plausibilitätsproblemen mit den Grundlagen traditioneller Lehr- und Lernansätze. Im Falle der Individualität lässt sich die Frage nach einer personenübergreifenden, generellen Idealtchnik ableiten und im Falle der Nichtwiederholbarkeit, die Frage nach der Funktion vom Einschleifen von Programmen, wenn selbst nach 10.000 Wiederholungen die 10.001. wieder ein neues Element aufweist.

3 Differenzielles Lehren und Lernen

Ein neuer Lehr- und Lernansatz, der beide kritischen Punkte zu vereinen versucht, ist der Ansatz des differenziellen Lehrens und Lernens (Schöllhorn, 1999), der im Kern davon ausgeht, dass eine zusätzliche Verstärkung der in sämtlichen Phasen des Lernprozesses ohnehin auftretenden Fluktuationen eine leistungssteigernde Wirkung besitzt. Ein möglicher Erklärungsansatz hierbei liegt in der Nutzung der Interpolationsfähigkeit des Menschen, d.h. Werte zwischen bekannten Werten zu ermitteln. Der Zielbereich wird dabei nicht mehr als relativ eng und stabil betrachtet, sondern als weiter Lösungsraum, innerhalb dessen sich die optimale Lösung in jeder Situation ändert und niemals wiederholt. Mit Hilfe der verstärkten Fluktuationen soll quasi der Randbereich des Lösungsraums abgetastet werden, so dass die möglichen Lösungen innerhalb dieses Randbereichs von Situation zu Situation adäquat interpoliert werden können. Im gesamten Lernprozess wird dabei keine Bewegungsaufgabe wiederholt, sondern der Athlet bzw. die Athletin wird ständig mit neuen Aufgaben konfrontiert. Eine zentrale Idee dabei ist, den Ausführenden auf das Neue in verstärkter Form vorzubereiten, weil es ohnehin bei einfacher Wiederholung in abgeschwächter Form auftritt. Im Vergleich zu traditionellem Training wird also im Lernprozess die Anpassung an das Neue stärker betont als eine unerreichbare ideale Bewegungstechnik. Werden sogenannte ideale Bewegungstechniken und hinführende Übungen über Tausende von Bewegungswiederholungen eingeschliffen, so wird mit großer Wahrscheinlichkeit der Lösungsraum durch die auftretenden Schwankungen auch abgedeckt. Inwiefern jedoch die hohe Anzahl an Wiederholungen die Ursache für den Erfolg darstellt, ist bislang nicht geklärt. Auch ein Hinweis auf bisherige praktizierte Wege zum Erfolg sind wenig fruchtbar, solange keine alternativen Wege erprobt werden. Betrachtet man das Phänomen, dass Spitzenathleten zu relativ stabilen bzw. schwankungsarmen Bewegungswiederholungen fähig sind, nicht als direkten Trainingsinhalt im Sinne von Einschleifen sondern als eine Folge der Fähigkeit, sich an neue Situationen schnell und adäquat anpassen zu können, dann erhält die fernöstliche Weisheit „der Weg ist das Ziel“ in Zusammenhang mit dem differenziellen Lernen eine weiter gefasste Bedeutung. Durch das ständige Konfrontieren des Athleten mit unterschiedlichen Aufgaben (Differenzen) soll seine Fähigkeit, sich an neue Situationen im Bereich des Lösungsraums schneller adäquat zu reagieren, erlernt werden. Den dabei entstehenden Differenzen kommt neben der Möglichkeit zur Interpolation epistemologisch und physiologisch eine besondere Bedeutung zu: Gerade Differenzen scheinen durch die Möglichkeit des Vergleichs eine fundamentale Bedeutung für den Erkenntnisprozess zu haben, so dass u.a. zahlreiche neurophysiologische Informationen aus der Differenz von zwei Signalen erhalten werden, wie z.B. bei der visuellen Wahrnehmung von Entfernung und bei der akustischen Wahrnehmung von Richtung. Die Konfrontation mit ständig neuen Bewegungsaufgaben bereitet auf das Phänomen der Nichtwiederholbarkeit von Bewegungen vor und erlaubt jedem Athleten selbst bewusst oder unbewusst aus dem Aufgabenspektrum die für seinen

Körper adäquate Information individuell zu nutzen, um so zu einem situativ individuellen Optimum zu gelangen. Stabilität „im Ganzen“, wie sie bei Spitzenathleten zu beobachten ist, wird also durch differenzielles Training zum „Neben-Produkt“, das durch verbesserte Anpassungsfähigkeit „im Kleinen“ nebenbei geschult und erzielt wird.

Untersuchungen zum Differenziellen Lehren und Lernen

Nach ersten Studien zum differenziellen Techniktraining im Sprint, die bei zweimaligem wöchentlichem Training (differenziell) zu gleichen Leistungsfortschritten führten wie fünfmaliges wöchentliches Training (klassisch), sind mittlerweile zahlreiche Untersuchungen in unterschiedlichen Sportarten, unterschiedlichen Leistungs- und Altersklassen durchgeführt worden mit gleichen Ergebnissen. Exemplarisch werden hier zwei Untersuchungen zum Fußball (Trockel & Schöllhorn, 2003) und zum Kugelstoßen (Beckmann & Schöllhorn, 2003) aufgeführt.

Im Bereich des Fußballs stellt der Torschuss als spielentscheidende Maßnahme eine zentrale Rolle dar und ist entsprechend Gegenstand zahlreicher Lehrbücher mit Empfehlungen zu seiner Erlernung bzw. Perfektionierung. Ziel dieser Untersuchung war ein Effektivitätsvergleich solcher klassischer Trainingsansätze mit dem differenziellen für den Torschuss von der 16m-Strafraumlinie. Es wurde ein Zwei-Versuchsgruppen-Design mit Prä- und Posttest gewählt. Als Prä- und Posttest wurden Schüsse von der 16m-Strafraumlinie aus unterschiedlichen Situationen (aus dem Stand, mit Anlauf, nach Zuspiel, nach Überspringen eines Hindernisses, mittig und seitlich) auf ein in Zonen mit unterschiedlichen Punktzahlen eingeteiltes Tor gewählt. Die 20 Probanden ($22,6 \pm 3,8$ Jahre) waren allesamt Spieler der Verbandsliga (5. Liga) und wurden randomisiert in eine klassische (10 Probanden) und eine differenzielle (10 Probanden) Trainingsgruppe aufgeteilt. Beide Gruppen praktizierten zum üblichen Vereinstraining über sechs Wochen mit zwei Trainingseinheiten/Woche zusätzliches Torschusstraining von der 16-Strafraumlinie. Während die klassische Gruppe in Anlehnung an Bauer (2001) trainierte, variierte die differenzielle Gruppe bei jedem Schussversuch in folgenden Merkmalen: a) Standbein, b) Spielbein, c) Oberkörperhaltung, d) Anlauf, e) Ballform f) beliebige Kombinationen von a)-e). Die Bewegungsausführungen wurden in keinem Fall unmittelbar wiederholt und innerhalb einer Trainingseinheit maximal zweimal. Die Variationen umfassten in allen Bereichen alle möglichen Formen von Bewegung, die im klassischen Sinne als Fehler identifiziert würden wie z.B. Oberkörperklage, Standbein zu weit vor dem Ball, etc.. Die Ergebnisse wurden mittels Wilcoxon- und Mann-Whitney-U-Test auf Signifikanz verglichen.

Im Prätest erzielten beide Gruppen Werte, die keine signifikanten Unterschiede aufwiesen (klassisch: 463 Pkte, differenziell: 474 Pkte, $p = 0,85$). Im Posttest verbesserte sich die klassische Gruppe minimal auf 487 Punkte ($p=0,41$) während sich die differenzielle Gruppe deutlich auf 617 Punkte steigern konnte. Sowohl die Steigerung im Vergleich zum Prätest ($p = 0,02$) als auch im Vergleich zum Posttest der klassisch trainierenden Gruppe ($p=0,04$) ist signifikant.

Im zweiten Experiment wurden bei ähnlichem Versuchsprotokoll zwei Trainingsansätze im Kugelstoßen verglichen. Zur Überprüfung der Behaltensleistungen wurden nach dem Posttest zwei Retentionstests jeweils im Abstand von zwei Wochen durchgeführt. Sämtliche Tests bestanden in drei Standstößen mit Rückenstoßtechnik, deren Mittelwert in die Beurteilung einging. Die Probanden waren 2 x 12 Sportstudierende ($22,1 + 3,8$ Jahre), die ebenfalls randomisiert auf beide Versuchsgruppen aufgeteilt wurden und in Bezug auf Kugelstoßen als Anfänger bezeichnet werden können. Die Intervention dauerte vier Wochen mit insgesamt acht Trainingseinheiten à 50-60 Minuten. Die klassische Gruppe führte über die gesamte Maßnahme in Anlehnung an Bauersfeld und Schröter (1998) ca. 25 verschiedene Bewegungsausführungen aus, die jeweils ca. zehnmal wiederholt wurden und nach jedem Stoß entsprechende Fehlerkorrekturen erhielten. Die differenziell trainierende Gruppe führte insgesamt ca. 260 verschiedene Bewegungsausführungen aus ohne eine einzige Wiederholung und ohne Korrekturanweisungen. Die Ergebnisse der Prä-, Post- und Retentionstests sind inklusive statistisch signifikanter Ergebnisse in Abb. 1 grafisch dargestellt.

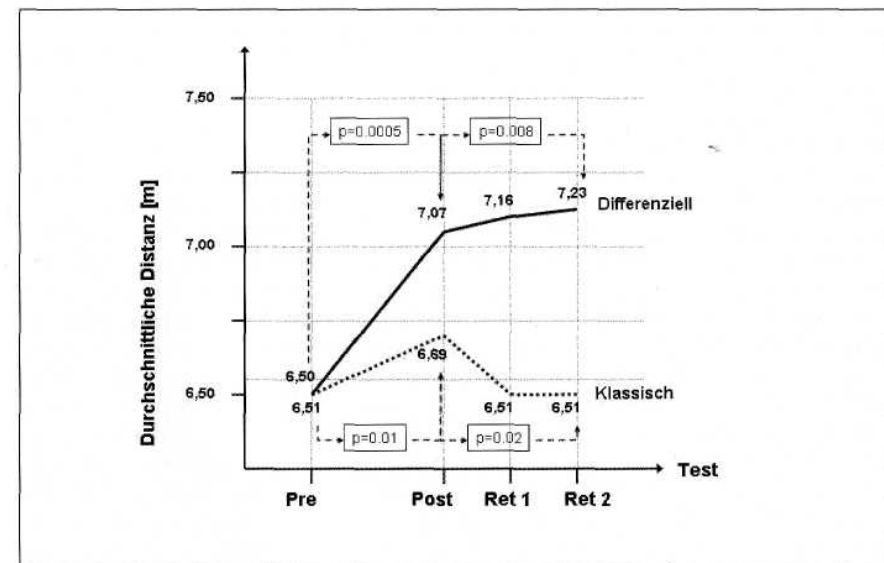


Abb. 1. Ergebnisse der mittleren gestoßenen Weiten für die differenziell und klassisch trainierenden Gruppen inklusive statistisch signifikanter Unterschiede.

Ähnlich den Ergebnissen im Fußballexperiment zeigt die differenziell trainierende Gruppe unmittelbar nach der Interventionsmaßnahme signifikant größere Leistungszuwächse als die klassisch trainierende Gruppe. Noch auffällender sind jedoch die Leistungszunahmen nach Beendigung der Intervention, so dass vier (trainingsfreie)

Wochen später 21% des gesamten Leistungsfortschritts erzielt wurden. Im Unterschied hierzu zeigt die klassisch trainierende Gruppe schon zwei Wochen nach Beendigung der vierwöchigen Intervention, wie sie häufig in Schulen Anwendung findet, einen gedächtnisbedingten Abfall der Leistung auf das ursprüngliche Ausgangsniveau.

In beiden dargestellten Experimenten wird die vorhergesagte größere Effektivität des differenziellen Lernansatzes (Schöllhorn, 1999) durch Verstärkung des Rauschens während des Lernprozesses bei Anfängern und Fortgeschrittenen eindrucksvoll bestätigt.

4 Diskussion des Ansatzes

Auf den Einfluss verstärkten Rauschens im Bereich des Lernens und der Bewegungskontrolle weisen mittlerweile zahlreiche Phänomene hin. So ist das Verhalten der am effektivsten lernenden Systeme, Kleinkinder während der ersten fünf Jahre, gerade dadurch charakterisiert, dass Bewegungsabläufe kaum wiederholt werden (Smith & Thelen, 1993). Verstärktes Rauschen in Form von gezieltem Wackeln wird auch zur Identifikation von Hauptträgheitsachsen ausschließlich haptisch wahrgenommener geometrischer Körper (Turvey, Burton, Pagano, Solomon, & Runeson, 1992) genutzt. Im Bereich der Roboterforschung konnte die Überlegenheit verrauschten Lernens gegenüber einschleifendem Lernen vor allem in Bezug auf die Adaptationsfähigkeit an neue Umgebungen von (Miglino, Lund, & Nolfi, 1995) gezeigt werden. Jüngste Arbeiten im Bereich der Gleichgewichtsforschung zeigen den Einfluss subliminalen Rauschens an den Fußsohlen auf das Schwankungsverhalten älterer Menschen (Priplata et al., 2002; Priplata, Niemi, Harry, Lipsitz, & Collins, 2004). Die Vermutung auf stochastische Resonanz im Falle des differenziellen Lehrens und Lernens liegt nahe, wenn man Leistungsfortschritte durch alternative Lehr- und Lernansätze in Relation betrachtet. Ordnen wir in einer ersten Näherung verschiedenen Lehrmethoden, wie „Lernen durch Wiederholen“, „methodische Übungsreihen“ (geblocktes Training), „variability of practice-Lernen“, „randomisiertes Lernen“ (Kontext-Interferenz-Lernen), „differenzielles Lernen“ und „disziplinübergreifendes Grundlagentraining“ jeweils zunehmendes Rauschen in Bezug auf den Lösungsraum einer Bewegung zu, dann ist beim differenziellen Lernansatz derzeit ein Maximum an Leistungsfortschritten zu beobachten. Wird das Rauschen also z.B. für das Kugelstoßen zu groß gewählt, durch Ergänzungen im Extremfall mit Laufen, Schwimmen etc. dann ist zumindest kurzfristig mit einer geringeren Leistungssteigerung zu rechnen.

Differenzielles Lernen in der Extremform (d.h. keine Wiederholung) unterscheidet sich von variablem Lernen im Sinne der Schmidt'schen Schematheorie (Schmidt, 1975) u.a. darin, dass beim variablen Lernen lediglich die variablen Parameter variiert werden, wohingegen im differenziellen Lernen auch die so genannten Invarianten gezielt verrauscht werden. Eine Abgrenzung gegenüber Kontext-Interferenz Lernen ist mehrschichtiger. Im ursprünglichen Sinne nach (Battig, 1966) handelt es

sich dabei um das Phänomen, dass mehrere zu erlernende Gegenstände aufgrund von wechselseitig je nach Ähnlichkeiten beeinflussen und bei randomisiertem Üben sich im Vergleich zu geblocktem Üben gegenseitig nachteilig beeinflussen. Zu diesem Phänomen der Context-Interferenz (CI) zählt zusätzlich ein umgekehrter Effekt bei Transfer- und Retentionstests (Magill & Hall, 1990), wobei in beiden Fällen ein Leistungsrückgang im Vergleich zum Posttest erkennbar ist, der im Falle des geblockten Lernens jedoch deutlicher ist als beim randomisierten Lernen. In allen Tests werden dabei sämtliche zu erlernende Gegenstände überprüft. Im Unterschied hierzu zielt das differenzielle Lernen zunächst auf das Erlernen eines(!) (wenn auch ständig veränderlichen) Gegenstandes ab, dessen Lösungsraum nach Möglichkeit an den Rändern abgetastet wird, um die Interpolationsfähigkeit zu trainieren. Durch das Rauschen wird also nicht die theoretisch optimale und konkrete Lösung (Ideal) trainiert und gegen Lösungen anderer Bewegungsgegenstände stabil gemacht, sondern ein möglicher Lösungsraum umkreist, der es dann erlaubt, die auf jeden Fall neue und situativ optimale Lösung auszuführen. Die Charakteristiken der Lernkurven (Abb. 1) legen nahe, dass es sich beim differenziellen Lernen um ein anderes Phänomen handelt als im CI-Lernen. Im Falle des differenziellen Lernens sind die Lernfortschritte schon am Ende der Intervention deutlich im Vorteil gegenüber anderen Ansätzen und werden in den Retentionstest noch größer. In den zu CI-Experimenten vergleichbaren Zeitintervallen ist beim differenziellen Lernen kein Rückgang wie in den meisten anderen Lernansätzen zu beobachten, sondern stattdessen ein Ansteigen der Leistung. Differenzielles Lernen unterscheidet sich also in dem Ziel, der Vorgehensweise und den praktischen Konsequenzen vom randomisierten CI-Lernen. Inwiefern Phänomene des CI-Lernens echte Teilmengen des differenziellen Lernansatzes sind, bedarf weiterer Forschung. Ein bislang weitestgehend vernachlässigtes Kriterium der Lernansätze ist ihr Einsatz bei größeren Gruppen, wie sie in Schule und Verein meist anzutreffen sind. Auch hier zeigt der differenzielle Ansatz Vorteile, wenn man davon ausgeht, dass jeder Lernende mit unterschiedlichen Voraussetzungen ausgestattet ist und die Intervention zu individuellen Leistungsoptima führen soll. Werden einer Gruppe nur fünf Übungen angeboten, so ist die Wahrscheinlichkeit, dass diese fünf Übungen genau die Voraussetzungen aller Gruppenmitglieder „treffen“, deutlich geringer, als wenn der gleichen Gruppe 60 Übungen angeboten werden. Insgesamt stellt das differenzielle Lehren und Lernen einen - auf den ersten Blick und aus der Tradition des Idealen - ungewohnten Ansatz dar, der paradoxerweise durch mehr Unschärfe zu mehr Schärfe zu führen scheint. Die bereits vorliegende Vielzahl an Bestätigungen des Ansatzes durch Experimente in unterschiedlichen Sportarten sowie unterschiedlichen Alters- und Leistungsklassen, lassen das Potential nur erahnen, das auf praktischer Seite wohl in genauso vielen Fällen nützt, wie es auf theoretischer Seite neue Problem aufwirft. Ungeachtet der Möglichkeiten führt der Ansatz doch zu einem Überdenken der Beurteilung von Rauschen und dem Nutzen von Differenzen, die oft durch ihre Existenz zu Ergebnissen führen, ohne die Spannung durch einen Kompromiss auflösen zu müssen.

Literatur

- Adams, J.A. (1971). A closed-loop theory of motor learning. *Journal of Motor Behavior*, 3, 111-150.
- Anochin, P.K. (1967). *Das funktionelle System als Grundlage der physiologischen Architektur des Verhaltensaktes*. Jena: Fischer.
- Bandura, A. (1986). *Social foundations of thought and action: A social cognitive theory*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice-Hall.
- Battig, W.F. (1966). Facilitation and Interference. In E.A. Bilodeau (ed.), *Acquisition of skill* (S. 215-244). New York: Academic Press.
- Bauer, G. (2001). *Lehrbuch Fußball*. München: BLV.
- Bauersfeld, K.H. & Schröter, G. (1998). *Grundlagen der Leichtathletik* (5. Aufl.) Berlin: Sportverlag.
- Beckmann, H. & Schöllhorn, W.I. (2003). Differential Learning in Shot Put. In W.I. Schöllhorn, C. Bohn, J.M. Jäger, H. Schaper, & M. Alichmann (eds.), *EWOMS 2003 Book of abstracts* (S. 68-69). Köln: Sport und Buch Strauß.
- Bernstein, N.A. (1967). *The Coordination and Regulation of Movements*. London: Pergamon Press.
- Brüggemann, G.P., Gattermann, E., Göhner, U., Janda, H., Lampe, L., & Mester, J. (1992). *Individualisierung der Skitechnik - Grundlage für gesundes, sicheres und freudvolles Skilaufen* (Rep. No. 21). München: Deutscher Verband für das Skilehrwesen e.V.
- Derrida, J. (1988). Die difference. In P. Engelmann (ed.), *Randgänge der Philosophie* (1. Aufl.). Wien: Passagen-Verlag.
- Diatschkow, W.M. (1972). *Die Steuerung und Optimierung des Trainingsprozesses*. Berlin: Bartels & Wernitz.
- Fetz, F. (1979). *Allgemeine Methodik der Leibesübungen* (8. Aufl.). Bad Homburg: Limpert.
- Haken, H., Kelso, J.A.S., & Bunz, H. (1985). A theoretical model of phase transitions in human hand movements. *Biological Cybernetics*, 51, 347-356.
- Harre, D. (1979). *Trainingslehre* (8. Aufl.). Berlin: Sportverlag.
- Hatze, H. (1986). Motion Variability - its Definition, Quantification and Origin. *Journal of Motor Behavior*, 18, 5-16.
- Heidegger, M. (1957). *Identität und Differenz* (10. Aufl.). Stuttgart: Neske.
- Kimmerle, H. (2000). *Jacques Derrida - zur Einführung* (5. Aufl.). Hamburg: Junius.
- Köhler, W. (1917). *Intelligenzprüfungen an Anthropoiden. I. Abhandlungen der Königlich Preussischen Akademie der Wissenschaften, Physikalisch-Mathematische Klasse, Nr. 1*.
- Lashley, K.S. (1917). The accuracy of movement in the absence of excitation from the moving organ. *American Journal of Physiology*, 43, 169-194.
- Loosch, E. (1995). Funktionelle Variabilität im Dartwurf. *Sportwissenschaft*, 25, 417-425.
- Magill, R.A. & Hall, K.G. (1990). A review of the contextual interference effect in motor skill acquisition. *Human Movement Science*, 9, 241-289.
- Martin, D., Carl, K., & Lehnertz, K. (1991). *Handbuch Trainingslehre*. Schorndorf: Hofmann.
- Matwejew, L. P. (1981). *Grundlagen des sportlichen Trainings*. Berlin: Sportverlag.
- Miglino, O., Lund, H.H., & Nolfi, S. (1995). Evolving mobile robots in simulated and real environments. *Artificial Life*, 2, 417-434.
- Müller, H. (2001). *Ausführungsvariabilität und Ergebniskonstanz*. Lengerich: Pabst.
- Nitsch, J.R., Neumaier, A., de Marees, H., & Mester, J. (1997). *Techniktraining*. Schorndorf: Hofmann.
- Priplata, A., Niemi, J., Sälen, M., Harry, J., Lipsitz, L.A., & Collins, J.J. (2002). Noise-Enhanced human balance control. *Physical Review Letters*, 89, 238101/1-238101/4.
- Priplata, A.A., Niemi, J.B., Harry, J., Lipsitz, L.A., & Collins, J.J. (2004). Tactile Stimulation of insoles and balance control in elderly people. *Lancet*, 363, 85-86.
- Roth, K. (1989). Wie verbessert man die koordinativen Fähigkeiten? In Bielefelder Sportpädagogogen (Hrsg.), *Methoden im Sportunterricht* (S. 76-87). Schorndorf: Hofmann.
- Schermer, F.J. (1991). *Lernen und Gedächtnis*. Stuttgart: Kohlhammer.
- Schmidt, R.A. (1975). A Schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82, 225-260.
- Schmidt, R.A. (1985). The search for invariance in skilled movement behavior. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 56, 188-200.
- Schöllhorn, W.I. (1998). *Systemdynamische Betrachtung komplexer Bewegungsmuster im Lernprozess*. Frankfurt/Main: Peter Lang.
- Schöllhorn W.I. (1999). Individualität - ein vernachlässigter Parameter? *Leistungssport*, 29 (2), 7-12.
- Schöllhorn, W.I. & Bauer, H.-U. (1998). Identifying individual movement styles in high Performance sports by means of self-organizing Kohonen maps. In H.J. Riehle & M. Vieten (eds.), *Proceedings of the XVII SBS 1998* (S. 574-577). Konstanz: University Press.
- Schöner, G. & Kelso, J.A.S. (1988). A Dynamic pattern theory of behavioral change. *Journal of Theoretical Biology*, 135, 501-524.
- Smith, L.B. & Thelen, E. (eds.) (1993). *A Dynamic Systems Approach to development*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- Trockel M & Schöllhorn, W.I. (2003). Differential Learning in Soccer. In W.I. Schöllhorn, C. Bohn, J.M. Jäger, H. Schaper, & M. Alichmann (eds.), *EWOMS 2003 Book of abstracts* (S. 64). Köln: Sport und Buch Strauß.
- Turvey, M.T., Burton, G., Pagano, C.C., Solomon, H.Y., & Runeson, S. (1992). Role of the inertia tensor in perceiving object orientation by dynamic touch. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3, 714-727.
- Wagner, H. & Blickhan, R. (1999). Stabilizing function of antagonistic neuromusculoskeletal Systems - an analytical investigation. *Journal of Theoretical Biology*, 199, 163-179.
- Wolny, R. (1993). *Stabilität und Variabilität im motorischen Verhalten*. Aachen: Meyer & Meyer.