

# **C Funktionsbereiche von Wahrnehmung, Bewegung und Handlung**

## **Inhalt**

### **C.1 Antizipation und Automatisierung**

(KLAUS BLISCHKE & JÖRN MUNZERT)

### **C.2 Sinnesleistungen im Sport**

(GERNOT JENDRUSCH & MICHAEL BRACH)

### **C.3 Unbewusste Wahrnehmungsfunktionen bei der Bewegungsregulation**

(ALFRED O. EFFENBERG)

### **C.4 Vorstellung und mentales Training**

(JÖRN MUNZERT & MATHIAS REISER)

### **C.5 Behalten – Vergessen**

(MARKUS RAAB & RICHARD A. MAGILL)

### **C.6 Implizites Lernen**

(ARMIN KIBELE)

## C.5 Motorisches Gedächtnis, Behalten und Vergessen

(Markus Raab & Richard A. Magill)

### Gliederung

#### 1 Motorisches Gedächtnis

- 1.1 Gedächtnismodelle
- 1.2 Motorisches Arbeitsgedächtnis
- 1.2 Motorisches Langzeitgedächtnis

#### 2 Behalten

- 2.1 Behaltensleistungen und Bewegungscharakteristik
- 2.2 Behaltensleistungen und Behaltensstrategien
- 2.3 Behaltensleistungen und Ähnlichkeit zwischen Aneignungskontext und Wiedergabekontext

#### 3 Vergessen

- 3.1 Methodische Zugänge zu Gedächtnisinhalten
- 3.2 Exemplarische Befunde zu Gedächtnisinhalten

#### 4 Konsequenzen für die Anwendung

#### 5 Forschungsperspektiven

### Kurzreferat

Das Kapitel „Motorisches Gedächtnis, Behalten und Vergessen“ stellt Gedächtnismodelle und ihre kurzzeitigen und langfristigen Behaltensleistungen dar. Insbesondere wird der Zusammenhang zwischen motorischen Behaltensleistungen, Bewegungskomponenten, Behaltensstrategien und Behaltenskontexten beschrieben. Methodische Zugänge sowie exemplarische Befunde zum Phänomen des Vergessens folgen. Praktische Konsequenzen und Forschungsempfehlungen schließen das Kapitel ab.

### Schlagworte

**Gedächtnis:** Gedächtnismodell, Gedächtnisprozesse, Arbeitsgedächtnis, Langzeitgedächtnis, deklarativ, prozedural

**Behalten:** Behaltensleistungen, Behaltensstrategien, Kontexteffekte

**Vergessen:** Retentionsintervall, Interferenz, proaktiv, retroaktiv

## 1 Motorisches Gedächtnis

Wer kennt nicht die Situation, dass er jemandem auf einer Feier vorgestellt wird und sich kurz danach an den Namen nicht mehr erinnern kann. Zu oft passiert es beispielsweise einem der Autoren, dass er den Namen eines gemeinsamen Kollegen nicht mehr richtig erinnert, doch sobald sein Gegenüber ein paar Namen aufzählt, kann er den richtigen identifizieren.

Das Gedächtnis spielt eine zentrale Rolle in der menschlichen Verhaltenskontrolle. Das Namenerinnerungsbeispiel verdeutlicht, dass das Gedächtnis Informationen speichern soll. Behalten und Vergessen beschreiben das Phänomen, dass sie kurzfristig oder sehr lange gespeichert werden oder nicht mehr verfügbar sind. Im Folgenden werden die kurzfristigen und langfristigen Behaltensprozesse beschrieben.

Behalten und Vergessen werden als Gegensatzpaare aufgefasst. Behalten ist demnach alles das, was wir erinnern, während Vergessen alles das ist, was wir nicht mehr erinnern. Das *motorische Gedächtnis* zeichnet sich, über diese sehr allgemeinen Prozesse hinaus, durch einige – im Folgenden zu vertiefende – Besonderheiten aus.

### **1.1 Gedächtnismodelle**

Es ist weitgehend akzeptiert, dass Teile des Gedächtnisses sich mit Informationen befassen, die erst seit kurzem im Gedächtnis sind, während andere Teile sich mit dem Abruf von Informationen befassen, die schon sehr lange im Gedächtnis vorhanden sind. Diese Idee veranlasste William James, von einem primären und einem sekundären Gedächtnis zu sprechen. Drei Ansätze lassen sich in der aktuellen Forschung unterscheiden (vgl. Krause, 2000, für einen Überblick): strukturelle Modelle, die das Behalten als Funktion von Speichereigenschaften ansehen, funktionale Ansätze, die Behaltensleistungen über die Verarbeitungstiefe erklären, und strukturell-funktionale Ansätze, die multimodale Gedächtnisprozesse innerhalb und zwischen Gedächtnisstrukturen beschreiben. Zu den aktuell einflussreichen strukturell-funktionalen Ansätzen gehören beispielsweise das Gedächtnismodell von Baddeley (1995) sowie das multimodale Gedächtnismodell von Engelkamp (1998). Das Modell von Baddeley beschreibt funktionelle Einheiten und Untereinheiten und dient im Folgenden der Unterscheidung eines (motorischen) Arbeitsgedächtnisses und eines (motorischen) Langzeitgedächtnisses.

### **1.2 Motorisches Arbeitsgedächtnis**

Eine zentrale Funktion des Arbeitsgedächtnisses ist, Informationen für kurze Zeit zur Bearbeitung von Aufgaben bereitzustellen (vgl. Adams, 1987; Kuhn, 1984). Beispielsweise muss der Baseball-Pitcher für die Wahl eines spezifischen Wurfes Informationen über die aktuelle Situation und die vorherigen Situationen integrieren. Die Forschung zum motorischen Arbeitsgedächtnis befasst sich mit

Fragen, wie lange und wie viele Informationen im Speicher behalten werden können.

*Wie lange bleiben motorische Informationen im Arbeitsgedächtnis?*

Adams und Dijkstra (1966) erweiterten Befunde der verbalen Arbeitsgedächtnisforschung auf motorische Aufgaben. In einer Arm-Positionsaufgabe mussten Versuchspersonen blind einen Handhalter von links nach rechts auf einer Schiene bis zu einem Anschlagpunkt bewegen. In einem Wiedergabetest wurde nach einem Behaltensintervall (Retentionsintervall) der Anschlagpunkt entfernt und sie mussten die Bewegungslänge reproduzieren. Das Ergebnis dieser Studie zeigte, dass bei einem systematisch verlängerten Retentionsintervall zwischen zwanzig und dreißig Sekunden die Fehlerkurve erheblich anstieg. Dieses Ergebnis entspricht der Gedächtnisspanne verbaler Informationen im Arbeitsgedächtnis und wurde in weiteren Experimenten bestätigt und für bestimmte Aufgaben spezifiziert.

*Wie viele motorische Aufgaben können im Arbeitsgedächtnis gehalten werden?*

Um diese Frage zu beantworten, ließen Wilberg und Salmela (1973) Versuchspersonen mit einem Joystick zwei, vier, sechs oder acht Bewegungen in einer Sequenz durchführen. Nach der Bewegungspräsentation sollten sie sofort die Bewegungssequenz wiederholen. Die Ergebnisse zeigten, dass die Achter-Bewegungssequenz am oberen Limit der Behaltenskapazität lag. Typische Bewegungssequenzen, beispielsweise im Ballett, können kontextspezifisch miteinander verbunden werden. Dieser Chunking-Prozess erlaubt ausgebildeten Ballett-Tänzerinnen deutlich mehr als acht Einzelbewegungen wiederzugeben (vgl. Starkes, Deakin, Lindley & Crisp, 1987).

### **1.3 Motorisches Langzeitgedächtnis**

Das Langzeitgedächtnis wird üblicherweise in ein prozedurales Gedächtnis und ein deklaratives Gedächtnis unterteilt. Das deklarative Gedächtnis weiß, welche Bewegung auszuführen ist, während das prozedurale Gedächtnis weiß, wie diese Bewegung zu realisieren ist (Magill, 2001). Die Beziehung zwischen deklarativem und prozeduralem Gedächtnis für die Steuerung von Bewegungen ist umstritten. Es kann zum jetzigen Zeitpunkt davon ausgegangen werden, dass Gedächtnisinstanzen über das Lernen von Bewegungen ineinander überführt (vgl. den Beitrag von Blischke & Munzert in diesem Band), aber auch parallel erworben werden können (vgl. Willingham & Goedert-Eschmann, 1999). Die aktuelle

Forschung tendiert dazu, die Interaktion der involvierten Prozesse zu beschreiben (vgl. Raab, 2002). McPherson und Thomas (1989) beispielsweise ließen Tennisspieler aufschreiben, was sie auf dem Tennisplatz tun wollten, und verglichen das mit dem tatsächlichen Verhalten. Als Ergebnis hielten McPherson und Thomas fest, dass das deklarative und das prozedurale Wissen diagnostiziert werden konnte. Die Spieler hatten keine Probleme zu beschreiben, was sie machen wollten, jedoch konnten sie das auf dem Tennisplatz nur teilweise ausführen.

## **2 Behalten**

Was bedeutet das Wort „behalten“? Es wird oft synonym dem Gedächtnis oder dem Prozess des „Erinnerns“ gleichgesetzt. Tulving beschreibt das Gedächtnis als die Kapazität, die Organismen erlaubt, aus ihren Erfahrungen zu profitieren (1985, S. 385). Das Erinnern wird zunehmend durch aktive (Re-)Konstruktionsprozesse beschrieben (vgl. Bartlett, 1995), die gespeicherte und aktuell zur Verfügung stehende Informationen zusammensetzen. Für die Bewegungswissenschaft werden im Folgenden die zentral erforschten Bereiche aufgezeigt. Das sind Behaltenseffekte in Abhängigkeit von der Bewegungscharakteristik, von Behaltens- und Abrufstrategien sowie die Ähnlichkeit beziehungsweise Unähnlichkeit von Aneignungs- und Wiedergabekontext.

### **2.1 Behaltensleistungen und Bewegungscharakteristik**

Verschiedene Bewegungscharakteristika beeinflussen die Behaltensleistung. Kontinuierliche Aufgaben (zum Beispiel Fahrrad fahren) werden besser behalten als diskrete Aufgaben (zum Beispiel Salto vorwärts). Aber auch raum-zeitliche Aspekte der Bewegung, die Bedeutungshaltigkeit der Bewegung für die Versuchsperson sowie die Position innerhalb einer Bewegungsfolge sind wichtige Einflussgrößen (vgl. Magill, 2001, für einen Überblick). Beispielsweise ist die Position innerhalb einer Bewegungsfolge von Bedeutung, wenn die Sequenz über die bereits beschriebene Arbeitsgedächtnisspanne hinausgeht. Der Positionseffekt beschreibt geringere Fehler bei dem ersten und letzten Bewegungsteil (Primacy- and Recency-Effekte) und größere Fehler beziehungsweise geringere Behaltensleistungen in den mittleren Bewegungsteilen.

### **2.2 Behaltensleistungen und Behaltensstrategien**

Fünf Behaltensstrategien beziehungsweise Behaltensphänomene, die das Behalten der Bewegung beeinflussen, wurden bislang empirisch überprüft.

- (1) Die Bedeutung der Bewegung für den Lerner ist relevant. Neben Bewegungsvorstellungen (vgl. den Beitrag von Munzert & Reiser in diesem Band) sind verbale Hinweise eine erfolgreiche Behaltensstrategie. Beispielsweise sind bedeutungshaltige konkrete Tanzsequenzen besser zu behalten als abstrakte (vgl. Laugier & Cadopi, 1996).
- (2) Selbstbestimmte Kriteriumsbewegungen sind besser rememberbar als Bewegungen, die durch experimentelle Vorgaben selektiert werden. Das Phänomen wird dadurch erklärt, dass die Auswahl von Bewegungen mehr Aufmerksamkeit und Vorbereitung erfordert als Bewegungen, die bereits bekannt sind.
- (3) Die Anzahl der Wiederholungen ist ein wichtiges Kriterium für die Genauigkeit der Reproduktion (vgl. Adams & Dijkstra, 1966). Kurzfristig höhere Lernleistungen werden erzielt, wenn immer dieselbe Aufgabe wiederholt wird, während langfristig bessere Behaltensleistungen erzielt werden, wenn variabel verschiedene Aufgaben angeeignet werden (vgl. den Beitrag von Wiemeyer in diesem Band).
- (4) Die Intention und Motivation, eine Bewegung zu behalten, spielt eine kritische Rolle. Instruiert man Lerner vor dem Erlernen der Bewegung, dass sie nach der Aneignung getestet werden, so behalten Gruppen, denen das vor Beginn der Aneignung mitgeteilt wurde, die Bewegung besser als Gruppen, denen das nicht mitgeteilt wurde (vgl. für einen Überblick Crocker & Dickinson, 1984).
- (5) Es ist hilfreich, Lernern selbst zu überlassen, wie sie die Aufgabe organisieren. Im Experiment 1 von Magill und Lee (1987) wurden beispielsweise die zwölf zu erzielenden Positionen bei einer Arm-Positionsaufgabe nach jedem Durchgang vertauscht, so dass die Versuchspersonen eigene Organisationsstrategien entwickelten, um sich an die Positionen erinnern zu können. Diejenigen Versuchspersonen, die einen höheren Organisationsgrad aufwiesen (das heißt mehr Informationen gruppieren), erzielten auch die besseren Behaltensleistungen.

### **2.3 Behaltensleistungen und Ähnlichkeit zwischen Aneignungskontext und Wiedergabekontext**

Ein wichtiger Einflussfaktor ist der Kontext während der Aneignung im Vergleich zum Kontext während der Testung. Die Enkodierungsspezifität beschreibt die

Tatsache, dass geschlossene Fertigkeiten besser erinnert werden, wenn sie in demselben Kontext getestet werden, in dem sie angeeignet wurden (Engelkamp, 1998). Beispielsweise zeigen Lee und Hirota (1980), dass in einer Arm-Positionsaufgabe die Bewegungsweite am besten behalten werden kann, wenn die Bewegung Erinnerungshinweise enthält, die auch in der Aneignung dominant waren. Wird beispielsweise der Arm in der Aneignung passiv bewegt, sind die Leistungen im Retentionstest am besten, wenn er auch passive Bewegungen fordert. Das gilt auch für aktive Aneignungsbewegungen und aktive Retentionsbewegungen, jedoch nicht für die Kreuzung von aktiven und passiven Aneignungs- und Retentionsbewegungen.

### **3 Vergessen**

Vergessen kann sowohl bedeuten, dass etwas nicht mehr im Gedächtnis ist, als auch, dass wir uns nicht mehr daran erinnern können. Vergessen hat auch eine nützliche Seite, um die Funktion des Gedächtnisses aufrechtzuerhalten (vgl. Lee & Magill, 1985; Shea & Wright, 1991). Die Unterscheidung, was mit Vergessen gemeint ist, spiegelt sich auch in den methodischen Zugangsweisen in der motorischen Gedächtnisforschung.

#### **3.1 Methodische Zugänge zu Gedächtnisinhalten**

In der Gedächtnisforschung wird zwischen expliziten und impliziten Tests unterschieden. Unter den expliziten Tests sind verschiedene Wiedergabe- (recall test) und Wiedererkennungstests (recognition test) systematisiert (vgl. den Beitrag von Kibele in diesem Band), während implizite Tests Verbesserungen in Reaktions- oder Klassifizierungsleistungen beinhalten. Raab (2002) konnte beispielsweise zeigen, dass Versuchspersonen ihre Reaktionsleistungen im Basketball über den Lernverlauf in strukturierten Videoszenen verbesserten, jedoch im Wiedergabetest in ihren Verhaltensregeln sowie im verbalen und im visuellen Wiedererkennungstest relativ geringes Wissen besaßen.

Zwei Paradigmen werden zur Abschätzung des Vergessens benutzt:

##### *(1) Die Variation der Retentionsintervalllänge*

Die Bedeutung des Retentionsintervalls wurde bereits in der Studie von Adams und Dijkstra (1966) veranschaulicht, indem der Abstand zwischen Aneignung und Retention durch die Verlängerung des Retentionsintervalls systematischen Einfluss auf die Behaltensleistung aufwies. Als Erklärung dient eine Gedächtnisspur-Analogie. Die Gedächtnisspur wird demnach durch die vergehende Zeit schwächer

beziehungsweise durch im Retentionsintervall neu eintreffende Informationen überschrieben. Anstelle der Überschreibung oder des Verlustes von Informationen wird ebenfalls davon ausgegangen, dass Informationen – vor allem auf einer großen Zeitskala – nicht gefunden werden können (vgl. Magill, 2001, für eine Diskussion).

### *(2) Das Interferenzparadigma*

Im Interferenzparadigma wird Vergessen durch zusätzliche Bewegungen geprüft. Versuchspersonen, die vor einer Kriteriumsbevewegung weitere Bewegungen durchführen, können die Kriteriumsbevewegung in einem Behaltenstest schlechter reproduzieren. Dieser proaktive Interferenzeffekt ist umso stärker, je mehr Bewegungen vorher ausgeführt wurden und je länger das Retentionsintervall andauert.

## **3.2 Exemplarische Befunde zu Gedächtnisinhalten**

Proaktive Interferenz zeigt ein Experiment von Stelmach (1969). Dort hatten Versuchspersonen Kurvenbewegungen durchzuführen und nach einem Retentionsintervall diese Bewegungen zu reproduzieren. Wenn vor der Kriteriumsbevewegung null, zwei oder vier Bewegungen ausgeführt wurden und sich die Länge des Retentionsintervalls steigerte, zeigten die Versuchspersonen mit zunehmender Anzahl von Bewegungen größere Fehlerabweichungen in der Kriteriumsbevewegung. Als Erklärung wird die Konfusion verschiedener Bewegungen im Arbeitsspeicher, besonders bei sehr ähnlichen Bewegungen, herangezogen (vgl. Engelkamp, 1998; Shadmehr & Holcomb, 1999). In der Langzeitgedächtnisforschung im Sport wurden zum Beispiel durch Umlerneffekte im Schlittschuhlaufen oder im Skispringen solche Interferenzannahmen bestätigt.

Retroaktive Interferenz ist nachzuweisen, wenn Versuchspersonen im Retentionsintervall Bewegungen durchführen und diese die Behaltensleistung der Kriteriumsaufgabe in Abhängigkeit von der Anzahl und der Ähnlichkeit der Bewegungen reduzieren. Beispielsweise störten in einem Experiment von Roy und Davenport (1972) vier Bewegungen im Retentionsintervall, während keine oder zwei Bewegungen die Behaltensleistung der Kriteriumsbevewegung nicht reduzierte. Diese Effekte sind auch für Retentionsintervalle bis zu einem Jahr nachgewiesen worden. Warum können wir nach langer Zeit sofort wieder Fahrrad fahren, während uns eine Laufkippe am Reck nach gleich langer Zeit oft große Schwierigkeiten bereitet? Das liegt möglicherweise an höheren kognitiven

(verbalen) Anteilen bei diskreten Aufgaben im Vergleich zu kontinuierlichen Aufgaben.

#### 4 Konsequenzen für die Anwendung

Aus den bisherigen Ausführungen wird deutlich, dass spezifische Effekte motorischer Behaltens- und Vergessensleistungen Konsequenzen für die praktische Gestaltung von Lernsituationen besitzen. Zusammengefasst werden Kurz- und Langzeitgedächtnisstrukturen und -prozesse unterschieden, die sich auch an den übertragbaren Strategien der allgemeinen Gedächtnisforschung orientieren (vgl. van der Meer, 1996). Je nach Aufgabe und Lernniveau können bis zu acht Bewegungen zwanzig bis dreißig Sekunden im Arbeitsgedächtnis behalten werden. Das Langzeitgedächtnis beinhaltet ein prozedurales und ein deklaratives Gedächtnis. Das Behalten von Bewegungen wird von den Bewegungscharakteristika, den Behaltenstrategien und den Kontextbedingungen von Aneignung und Behalten (Vergessen) beeinflusst. Die reduzierte Leistung in einem Behaltenstest wird durch die vergangene Zeit und durch zusätzliche Aktivitäten beeinflusst. Dies betrifft sowohl kurzzeitige als auch langfristige Gedächtniseffekte. Proaktive und retroaktive Interferenzen zeigen die Anfälligkeit motorischer Repräsentationen. Davon sind kontinuierliche Bewegungen weniger betroffen als diskrete Bewegungen. Die Darbietung relevanter Retrieval-Informationen beim Testen von Behaltensleistungen führt zur Reduzierung von Vergessenseffekten.

Tabelle 1 fasst die Konsequenzen der beschriebenen motorischen Gedächtniseffekte zusammen.

Tab. 1: Gedächtniseffekte und ihre Konsequenzen für die Anwendung.

Effekt	Anwendungsempfehlung
Kontextspezifität des Gedächtnisses	Nutze ähnliche Trainings- und Wettkampfbedingungen.
Positionseffekt	Wiederhole bei langen Bewegungssequenzen die mittleren Teile öfter als den ersten und letzten Bewegungsteil.
Selbstinitiiierungseffekt	Schaffe Situationen, in denen die Lerner selbst Bewegungen und Bewegungsziele definieren.
Proaktiver Interferenzeffekt	Reduziere Bewegungen vor der lernrelevanten Kriteriumsaufgabe.
Retroaktiver Interferenzeffekt	Reduziere Bewegungen zwischen der Bewegungsdemonstration und der Durchführung der lernrelevanten Kriteriumsaufgabe.
Vergessensanfälligkeit von diskreten Aufgaben	Benutze Übertraining, um das Vergessen diskreter Aufgaben zu reduzieren.

## 5 Forschungsperspektiven

Die Forschungsperspektiven zielen auf zwei Aspekte der motorischen Gedächtnisforschung zum Behalten und Vergessen.

Der erste Aspekt bezieht sich auf die Kombination von Gedächtnisforschung mit motorischen Kontrolltheorien. Existierende Verbindungen beispielsweise zwischen der Schematheorie von Schmidt (1975) und den Gedächtnisinhalten (vgl. Magill, 2001) sind eine empirische und theoretische Herausforderung; Verbindungen zwischen Gedächtnistheorien und motorischen Kontrolltheorien sind in der aktuellen Diskussion über Kontrolltheorien allerdings vernachlässigt worden (vgl. Wulf, McNevin, Shea & Wright, 1999). Für die Theoriebildung sind besonders die Struktur der motorischen Repräsentation und die Verbindung mit anderen Repräsentationsformen hervorzuheben. Verwey (1999) unterscheidet beispielsweise Reiz-Reaktions-Assoziationen, Reiz-Reaktions-Selektionsregeln und motorische Chunks, die im Rahmen des langfristigen Lernprozesses erworben und behalten werden. Neben der Art der motorischen Repräsentation ist die Kombination mit anderen Modalitäten (zum Beispiel „Tu-Effekte“) für Gedächtnismodelle auch über die Bewegungswissenschaft hinaus von zentraler Bedeutung (vgl. Engelkamp, 1998).

Der zweite Aspekt weist auf die Verbindung von Behaltenseffekten und Lernsituationen hin. Insgesamt haben wir festgestellt, dass mit wenigen Ausnahmen ein Schnitt zwischen Lern- und Gedächtnisforschung existiert, der theoretische Weiterentwicklungen behindert. Eine prospektive integrative Kraft hat das Konzept Vergessen. Im Vergessen muss beispielsweise erklärt werden, warum wir aus Lernphasen nur ganz bestimmte Handlungen erinnern. Die Quellen, die das erklären, gehen zumeist auf die Enkodierungsspezifität und die Abrufbedingungen ein. Die Ähnlichkeit zwischen diesen Faktoren gilt als eine zentrale Erklärungsgröße für die Beschreibung von Erinnerungs- vs. Vergessensprozessen. In die Bewegungswissenschaft sind Reminiszenzeffekte (in späteren Abrufsituationen erinnert man mehr als in Abrufbedingungen kurz nach der Lernphase), Inkubationseffekte durch emotionale Einflussgrößen und vieles mehr nur unzureichend übertragen worden. Die Empirie zum Beispiel fokussiert bislang vor allem den Kontext-Interferenzeffekt (vgl. den Beitrag von Wiemeyer in diesem Band) und lässt andere Bereiche außer Acht. Weitere Vergessensquellen innerhalb der Aneignung (zum Beispiel Anzahl der Wiederholungen und Zeit des Enkodierens), innerhalb der Abrufbedingungen (zum Beispiel Zeitdruck und

modalitätsspezifische Effekte) sowie zwischen Enkodierung und Abruf (zum Beispiel Zeit und Interferenz zwischen Lernen und Behalten und zustandsabhängige Behaltensleistungen) sind theoretisch bislang weder in ein gemeinsames theoretisches Gesamtbild eingebunden worden, noch existieren Taxonomien, die das Forschungsfeld für theoretische und praktische Fragen systematisch geordnet haben. Das Forschungsfeld selbst sollte unseres Erachtens nicht zu eng gefasst werden. Beispielsweise sind positive motorische Gedächtniseffekte in der Entwicklungspsychologie bislang kaum aus bewegungswissenschaftlicher Perspektive erklärt worden (vgl. Fagen & Rovee-Collier, 1983).

Eine hier propagierte Akzentuierung der vernachlässigten motorischen Gedächtnisforschung verspricht über die Bewegungswissenschaft hinaus ein Verständnis, wie Menschen Informationen behalten und vergessen.

## 6 Literatur

- Adams, J.A. (1987). Historical review and appraisal of research on the learning, retention, and transfer of human motor skills. *Psychological Bulletin*, *101*, 41-74.
- Adams, J.A. & Dijkstra, S.J. (1966). Short-term memory for motor responses. *Journal of Experimental Psychology*, *71*, 314-318.
- Baddeley, A.D. (1995). Working Memory. In M.S. Gazzaniga (Ed.), *The cognitive neuroscience* (pp. 755-764). Cambridge, MA: MIT Press.
- Bartlett, F.C. (1995). *Remembering: A study in experimental and social psychology*. Cambridge, UK: Cambridge University Press (Originalarbeit erschienen 1932).
- Crocker, P.R.E. & Dickinson, J. (1984). Incidental psychomotor learning: The effects of number of movements, practice, and rehearsal. *Journal of Motor Behavior*, *16*, 61-75.
- Engelkamp, J. (1998). *Memory for actions*. Hove: Psychology Press.
- Fagen, J.W. & Rovee-Collier, C. (1983). Memory retrieval: A time-locked process in infancy. *Science*, *222*, 1349-1351.
- Krause, W. (2000). *Denken und Gedächtnis aus naturwissenschaftlicher Sicht*. Göttingen: Hogrefe.
- Kuhn, W. (1984). *Motorisches Gedächtnis. Behalten und Vergessen im motorischen Kurzzeitgedächtnis*. Schorndorf: Hofmann.
- Laugier, C. & Cadopi, M. (1996). Representational guidance of dance performance in adult novices: Effects of concrete vs. abstract movement. *International Journal of Sport Psychology*, *27*, 91-108.
- Lee, T.D. & Hirota, T.T. (1980). Encoding specificity principle in motor short-term memory for movement extent. *Journal of Motor Behavior*, *12*, 63-67.

- Lee, T.D. & Magill, R.A. (1985). Can forgetting facilitate skill acquisition? In D. Goodman, R.B. Wilberg & I.M. Franks (Eds.), *Differing perspectives in motor learning, memory and control* (pp. 3-22). North Holland: Elsevier Science Publishers.
- Magill, R.A. (2001). *Motor learning. Concepts and applications* (6. Auflage). New York: McGraw-Hill.
- Magill, R.A. & Lee, T.D. (1987). Verbal labels effects on response accuracy and organization for learning limb positioning movements. *Journal of Human Movement Studies*, 13, 285-308.
- McPherson, S.L. & Thomas, J.R. (1989). Relation of knowledge and performance in boys' tennis: Age and expertise. *Journal of Experimental Child Psychology*, 48, 190-211.
- Raab, M. (2002). T-ECHO: Decision making under time pressure. *Psychology of Sport and Exercise*, 3, 151-171.
- Roy, E.A. & Davenport, W.G. (1972). Factors in motor short-term memory: The interference effect of interpolated activity. *Journal of Experimental Psychology*, 96, 134-137.
- Shadmehr, R. & Holcomb, H.H. (1999). Inhibitory control of competing motor memories. *Experimental Brain Research*, 126, 235-251.
- Schmidt, R.A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning theory. *Psychological Review*, 82, 225-260.
- Shea, J.B. & Wright, D.L. (1991). When forgetting benefits motor retention. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 62, 293-301.
- Starkes, J.L., Deakin, J.M., Lindley, S. & Crisp, F. (1987). Motor versus verbal recall of ballet sequences by young expert dancers. *Journal of Sport Psychology*, 9, 222-230.
- Stelmach, G.E. (1969). Prior positioning responses as a factor in short-term retention of a simple motor response. *Journal of Experimental Psychology*, 81, 523-526.
- Tulving, E. (1985). How many systems of memory are there? *American Psychologist*, 40, 385-395.
- van der Meer, E. (1996). Gesetzmäßigkeiten und Steuerungsmöglichkeiten des Wissenserwerbs. In F.E. Weinert (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie. Bd. 2. Psychologie des Lernens und der Instruktion* (S. 209-278). Göttingen, Hogrefe.
- Verwey, W.B. (1999). Evidence for a multistage model of practice in a sequential movement task. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 25, 1693-1708.
- Wilberg, R.B. & Salmela, J. (1973). Information load and response consistency in sequential short-term memory. *Perceptual and Motor Skills*, 37, 23-29.
- Willingham, D.B. & Goedert-Eschmann, K. (1999). The relation between implicit and explicit learning evidence for parallel development. *Psychological Science*, 10, 531-534.
- Wulf, G., McNevin, N., Shea, C.H. & Wright, D.L. (1999). Learning phenomena: Future challenges for the dynamical systems approach to understand the learning of complex motor skills. *International Journal of Sport Psychology*, 30, 531-557.