

Motorisches Lernen (Teil 1)

von Gabriele Wulf

Bei Personen mit motorischen Störungen, zum Beispiel nach einem Schlaganfall oder einem Trauma, haben Physiotherapeuten wichtige Aufgaben. Ziel der Therapie ist es, die Patienten zu unterstützen, damit sie Bewegungsfertigkeiten erhalten oder wiedererlangen. Dabei stellt sich die Frage, wie therapeutische Maßnahmen optimiert werden können: Gibt es Übungs- oder Trainingsmethoden, die erfolgreicher sind als andere? Wie lässt sich die vorhandene Therapiezeit am besten nutzen, so dass die geübten Bewegungsfertigkeiten besser und länger behalten und auf neue Situationen übertragen werden können?

» Erfahrene Physiotherapeuten haben in der Regel ein Repertoire an Übungen, das sich in der Praxis bewährt hat. Als erfolgreich werden dabei Übungsprotokolle angesehen, die die Patienten möglichst schnell in die Lage versetzen, eine **Zielbewegung** auszuführen. Wenn bestimmte Instruktionen, Übungen oder Übungsreihenfolgen dazu führen, dass die Patienten früher ihr Gleichgewicht halten oder wieder gehen können, dann werden diese Methoden auch weiterhin verwendet. Dies erscheint durchaus plausibel und sinnvoll, und wahrscheinlich sind die meisten in der Physiotherapie entwickelten Methoden tatsächlich effektiv.

Allerdings gibt es eine Reihe von Untersuchungsbefunden aus der motorischen Lernforschung, die Anlass dazu geben, zumindest einige der in der Praxis vorherrschenden Methoden mit einem Fragezeichen zu versehen. Die motorische Lernforschung befasst sich mit Faktoren, die das Lernen von Bewegungsfertigkeiten beeinflussen. Ein Ziel ist dabei, Faktoren oder Übungsbedingungen zu identifizieren, die den Lernprozess optimieren. Interessanterweise hat sich gezeigt, dass verschiedene Übungsbedingungen, die auf den ersten Blick wirksam zu sein scheinen, tatsächlich weniger effektiv sind als andere, die anscheinend weniger schnell zum Erfolg führen. Darüber hinaus gibt es Methoden, die in der Praxis noch relativ wenig bekannt sind, sich aber in experimentellen Studien als ausgesprochen wirksam erwiesen haben.

Ziel dieses Artikels ist es, neue Forschungsergebnisse zum **motorischen Lernen** für die physiotherapeutische Praxis nutzbar zu machen. Bevor auf spezifische Forschungsergebnisse eingegangen wird, soll erläutert werden, was genau unter „motorischem Lernen“ zu verstehen ist und wie es in der experimentellen Forschung gemessen wird. Dies dient nicht nur zum besseren Verständnis der Befunde, sondern hat auch praktische Relevanz.

Lernziele

1. Die Definition von motorischem Lernen wissen.
2. Möglichkeiten kennenlernen, wie man den Effekt des motorischen Lernens messen kann.
3. Einflussfaktoren auf das motorische Lernen verstehen und die Faktoren Übungsreihenfolge und Aufmerksamkeitsfokus auf die Praxis übertragen können.

» Eine **Zielbewegung** ist eine auf ein räumliches Ziel ausgerichtete Bewegung (engl.: goal movement).

» **Motorisches Lernen** ist eine relativ überdauernde, auf Übung oder Erfahrung beruhende Änderung in der Fähigkeit, eine motorische Fertigkeit zu produzieren [12].

Exkurs

Fähigkeiten und Fertigkeiten

Unter Fähigkeiten versteht man die Voraussetzungen, die für das Vollbringen einer bestimmten Leistung erforderlich sind. Sie können erworben sein, z. B. durch Lernen oder Handeln, aber auch von Natur aus vorhanden sein (anlagebedingt). Typische anlagebedingte Fähigkeiten sind z. B. die motorischen Fähigkeiten („motor abilities“) Kraft, Schnelligkeit und Ausdauer, die aufgrund unterschiedlicher anatomischer Voraussetzungen und individueller Erfahrungen unterschiedlich ausgeprägt sein können.

Fertigkeiten („motor skills“) sind relativ stabile, je nach Automatisierungsgrad automatisch ablaufende Bewegungen oder Verhaltensweisen, die durch Lernen oder Üben erworben werden und Voraussetzung oder Teil komplexer motorischer Handlungen sind. Hierzu gehören beispielsweise elementare Fertigkeiten wie Werfen, Laufen oder Springen. Alle motorischen Fertigkeiten sind auf ein bestimmtes Handlungsziel ausgerichtet.

1. Wie wird motorisches Lernen gemessen?

Beim motorischen Lernen handelt es sich um die Veränderung von Bewegungen und motorischen Fertigkeiten [12]. Dabei stößt man auf die Schwierigkeit festzustellen, wie viel unter bestimmten Übungsbedingungen in einer Übungseinheit gelernt worden ist. Dies liegt daran, dass Lernen nicht direkt beobachtet werden kann. Was dagegen beobachtbar ist, ist das Ergebnis des Lernens, die motorische Leistung. Die Leistung wiederum kann von verschiedenen kurzfristig wirksamen Faktoren, wie zum Beispiel Motivation, Müdigkeit, Konzentration oder auch Medikamenten, beeinflusst sein. Da unterschiedliche Übungsbedingungen oder Trainingsmethoden unterschiedlich ermüdend, motivierend usw. sein können – was nicht unbedingt einen Einfluss auf das Lernergebnis hat –, müssen derartige temporären Einflüsse ausgeschlossen werden, wenn es um die Beurteilung des Lernens geht.

Um Verzerrungen bei der Bewertung experimenteller Ergebnisse der Lernforschung auszuschließen, bestehen experimentelle Untersuchungen zum motorischen Lernen in der Regel aus zwei Phasen. In einer Übungsphase üben zwei oder mehrere Versuchsgruppen eine bestimmte motorische Aufgabe unter verschiedenen Bedingungen (z. B. unterschiedliche Häufigkeit der Rückmeldungen, Art der Instruktionen, Länge der Pausen). Die zweite Phase ist die Testphase. Die Lerneffekte dieser Übungsbedingungen werden in sogenannten **Retentions- oder Transfertests** gemessen.

Dieses experimentelle Vorgehen ist nicht nur aus theoretischer, sondern auch aus praktischer Sicht sinnvoll. Denn Ziel jedes Trainingsprozesses ist es ja, nicht nur eine momentane, sondern eine überdauernde Veränderung des Bewegungsrepertoires oder in der Qualität der Bewegung zu bewirken. Ferner ist es notwendig, dass in der Therapie geübte Bewegungsmuster auf den Alltag übertragen werden können, denn Patienten müssen auch zu Hause oder in ungewohnter Umgebung in der Lage sein, neu erlernte Fertigkeiten anzuwenden, zum Beispiel aus einer liegenden oder sitzenden Position aufzustehen, sich in der eigenen Wohnung zu bewegen oder einen Gegenstand aus dem Schrank zu nehmen.

» **Retentions- oder Transfertests:**
Retentionstests beinhalten dieselbe motorische Aufgabe, die in der Übungsphase geübt wurde, während in Transfertests in der Regel eine neue Variation der Aufgabe auszuführen ist. In beiden Arten von Tests werden die Versuchsgruppen nach einem bestimmten Intervall unter identischen Bedingungen getestet (sogenanntes Behaltensintervall). Das Intervall zwischen Übungsphase und Test beträgt in der Regel mindestens einen Tag, damit temporäre Einflüsse auf die Leistung ausgeschlossen werden können. Falls Leistungsunterschiede zwischen den Versuchsgruppen in einem Retentions- oder Transfertest auftreten, sind diese mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die relativ überdauernden Lerneinflüsse der Trainingsmethoden oder Übungsbedingungen zurückzuführen.

2. Übungsbedingungen, die das Lernen fördern

Im Folgenden werden zwei Faktoren bzw. Übungsbedingungen beschrieben, die das Lernen von Bewegungsfertigkeiten fördern. Es handelt sich dabei um den Einfluss der Übungsreihenfolge und den durch Instruktionen induzierten Aufmerksamkeitsfokus. Die Rolle von Rückmeldungen, vom selbstkontrollierten Üben sowie vom Üben in Zweiergruppen werden im zweiten Teil dieses Artikels beschrieben, der im Mai als Supplement zu *physiopraxis* 5/07 erscheinen wird. Für jeden der genannten Bereiche werden Ergebnisse experimenteller Untersuchungen und Erklärungsansätze dargestellt. Am Ende des zweiten Artikels wird auf Implikationen dieser Befunde für die Physiotherapie hingewiesen. Auch wenn nur wenige Studien mit Patienten vorliegen, dürfte sich die Berücksichtigung der diskutierten Lernprinzipien im alltäglichen Handeln von Physiotherapeuten als fruchtbar erweisen.

2.1 Übungsreihenfolge

Oft werden verschiedene Fertigkeiten in einer Trainingseinheit oder Therapiesitzung geübt (☞ Fallbeispiel). In der Regel verfährt man dabei so, dass eine Aufgabe nach der anderen geübt wird. Das heißt, wenn alle Durchgänge der ersten Aufgabe absolviert sind, wird zur nächsten Aufgabe gewechselt. Ist diese Aufgabe abgeschlossen, wird zur dritten Aufgabe übergegangen und so weiter. Neben organisatorischen Gründen liegt der Wahl einer „geblockten“ Reihenfolge verschiedener Übungen die Annahme zugrunde, dass der oder die Lernende sich so auf die jeweilige Aufgabe konzentrieren kann. Dies, so die Vermutung, soll dem Lernen förderlicher sein als ein häufiges Wechseln zwischen verschiedenen Aufgaben.

2.1.1 Studienergebnisse

Obwohl diese Annahme plausibel erscheint, zeigen Forschungsergebnisse, dass in der Regel das Gegenteil der Fall ist. Studien zum Einfluss von Kontext-Interferenz (☞ Kasten) beim motorischen Lernen befassen sich mit dem Einfluss, den die Übungsreihenfolge verschiedener Bewegungsaufgaben, die während einer experimentellen Sitzung geübt werden, auf das Lernen dieser Bewegungen hat. Verglichen werden hierbei üblicherweise geblockte und **randomisierte** Aufgabenreihenfolgen. Im ersteren Fall werden alle Durchgänge einer Aufgabe durchgeführt, bevor zur nächsten Aufgabe übergegangen wird, während im letzteren Fall die Aufgabe mit jedem Durchgang wechselt. Generell zeigt sich dabei, dass eine randomisierte Reihenfolge zwar oft zu vermehrten Fehlern während der Übungsphase führt; in anschließenden Retentions- oder Transfertests zeigen sich jedoch paradoxerweise bessere Lernergebnisse nach randomisiertem Üben im Vergleich zu geblocktem Üben.

Die erste Studie hierzu wurde von Shea und Morgan 1979 [14] durchgeführt. In dieser Untersuchung hatten die Versuchspersonen drei verschiedene Bewegungsmuster zu lernen. Konkret bestand die Aufgabe darin, jeweils drei von sechs Barrieren in vorgegebener Reihenfolge so schnell wie möglich umzuwerfen. Eine Versuchsgruppe, die diese Bewegungsmuster in geblockter Reihenfolge übte (18 Durchgänge nacheinander pro Aufgabe), wies in der Übungsphase, wie zu erwarten, bessere Leistungen (d. h. kürzere Bewegungszeiten) auf als eine andere Versuchsgruppe, die die

Fallbeispiel

Frau Müller hatte vor drei Monaten einen Schlaganfall. Seitdem hat sie Schwierigkeiten mit der Kontrolle ihres rechten Arms. Ihre Physiotherapeutin hat drei verschiedene motorische Aufgaben ausgewählt, die sie mit Frau Müller heute üben will. Soll sie erst eine Aufgabe üben lassen, dann die nächste usw., oder ist es sinnvoll, häufiger zwischen den drei verschiedenen Aufgaben abzuwechseln?

Definition

Mit **Kontext-Interferenz** bezeichnet man den Einfluss der Übungsreihenfolge auf das Lernen. Eine hohe Kontext-Interferenz ist gegeben, wenn man die verschiedenen Aufgaben in einer unsortierten Reihenfolge übt [21].

Kontext (lat.) = Zusammenhang;
interferieren (lat.) = sich überlagern,
gegenseitig aufeinander einwirken

» *random* (engl.) = zufällig

» **Tracking-Aufgaben:** Aufgaben, bei denen fortlaufend eine Bewegung verfolgt oder nachvollzogen werden muss (track [engl.] = Spur, Fährte)

» **Elaborationshypothese:** Nach der Elaborationshypothese werden Sachverhalte, die durch verschiedene Beispiele und Übungen verdeutlicht werden, in eine differenzierte, vernetzte Wissensstruktur eingebettet. Dies erleichtert die Integration des Neuen in das Bekannte [14].

» **Rekonstruktionshypothese:** Nach der Rekonstruktionshypothese wird die Gedächtnisrepräsentation durch den Wechsel der Übungen immer wieder neu rekonstruiert. Dies führt zu einem besseren Lernen [9].

Fallbeispiel

Bei Herrn Meier ist vor drei Jahren die Parkinson-Krankheit diagnostiziert worden. In letzter Zeit hat er zunehmend Probleme mit seinem Gleichgewicht. Er ist auch schon einige Male gestürzt. Sein Physiotherapeut macht mit ihm verschiedene Übungen, die sein Gleichgewicht verbessern sollen. Er gibt Herrn Meier die Anweisung, sein Gewicht gleichmäßig auf beide Beine zu verteilen. Ist diese Instruktion optimal?

gleichen Aufgaben in randomisierter Reihenfolge übte (18 Durchgänge pro Aufgabe, wobei mit jedem Durchgang die Aufgabe wechselte). Die randomisierte Übungsreihenfolge führte jedoch zu besseren Lernergebnissen. Sowohl in Retentionstests (mit blockweiser oder randomisierter Aufgabenfolge) als auch in einem Transfertest, in dem neue Bewegungsmuster zu produzieren waren, erwies sich die Gruppe mit randomisierter Übungsreihenfolge als überlegen.

Seit der Veröffentlichung der Studie von Shea und Morgan [14] ist der Kontext-Interferenz-Effekt in zahlreichen Untersuchungen nachgewiesen worden [einen Überblick geben 21, 27]. In vielen dieser Untersuchungen wurden multisegmentelle Bewegungsaufgaben verwendet, die mit vorgegebenen Zeiten für die einzelnen Segmente [z.B. 10, 13, 20] oder die gesamte Bewegung [z.B. 2, 6] auszuführen waren. Ferner wurden Zielaufgaben [33], Antizipations-Timing-Aufgaben [z.B. 3, 4] und **Tracking-Aufgaben** [7] verwendet. Auch für sportmotorische Aufgaben, wie zum Beispiel Badminton-Aufschläge [18] oder Kajak-Rollen [16], wurden Lernvorteile für ein abwechselndes Üben festgestellt.

2.1.2. Erklärungsansätze

Zur Erklärung der Lernvorteile randomisierten Übens gibt es zwei dominierende Ansätze. In einem Erklärungsmodell wird davon ausgegangen, dass die Lernenden bei abwechselndem Üben verschiedene Behaltensstrategien für die einzelnen Aufgaben verwenden, was zu einer differenzierteren und elaborierteren Gedächtnisrepräsentation führt als geblocktes Üben („**Elaborationshypothese**“) [14]. Dies wiederum ist darauf zurückzuführen, dass randomisiertes Üben einen besseren Vergleich der verschiedenen Aufgabenversionen ermöglicht, da sich diese gleichzeitig im Kurzzeitgedächtnis befinden. Die elaboriertere Gedächtnisrepräsentation ist demnach die Grundlage für die besseren Behaltensleistungen nach häufigem Aufgabenwechsel.

Eine andere Erklärungsmöglichkeit besteht darin, dass der Bewegungsplan (oder das motorische Programm) für eine gegebene Aufgabe unter randomisierten Bedingungen – bedingt durch die Interferenz der dazwischen geschalteten Aufgaben – teilweise vergessen wird und daher bei jedem Durchgang rekonstruiert werden muss („**Rekonstruktionshypothese**“) [9]. Diese wiederholten Rekonstruktionen sind bei einer geblockten Aufgabenanordnung nicht notwendig, da sich der Bewegungsplan bereits im Kurzzeitgedächtnis befindet und zur Revision bzw. Reimplementation bereitsteht. Die Bewegungsplan-Rekonstruktionen bei randomisierter Übungsreihenfolge führen zu einem effektiveren Lernen.

2.2 Instruktionen

Instruktionen oder Bewegungsanweisungen sind wichtige Komponenten des motorischen Lernprozesses (☞ Fallbeispiel). Dies gilt für die Physiotherapie ebenso wie für andere Bereiche, in denen motorische Fertigkeiten gelehrt und gelernt werden (z.B. Sport, Musik). Üblicherweise beziehen sich diese Instruktionen auf die Bewegung und Koordination verschiedener Körperteile, wie zum Beispiel Anweisungen, die Hüfte zu beugen und den Fuß anzuziehen oder den Arm zu strecken und gleichzeitig die Hand zu öffnen. Eine Reihe von Untersuchungen hat jedoch gezeigt, dass Instruktionen, welche die Aufmerksamkeit einer Person auf ihre eigenen Körperbewegungen lenken – und damit einen sogenannten „**internen**“

Aufmerksamkeitsfokus induzieren –, wenig effektiv sind. Dagegen führen Instruktionen, die die Aufmerksamkeit auf den geplanten Effekt der Bewegung auf die Umwelt richten – und einen „externen“ Fokus hervorrufen – zu wesentlich besseren Ergebnissen [einen Überblick geben 24, 27].

2.2.1 Studien mit gesunden Versuchspersonen

Bei einer Reihe von Gleichgewichtsaufgaben hat sich gezeigt, dass die Lenkung der Aufmerksamkeit auf die Bewegung der Unterstütsungsfläche oder den darauf ausgeübten Druck (externer Fokus) zu besseren Gleichgewichtsleistungen führt als die Fokussierung auf die Bewegung der Füße oder den mit den Füßen ausgeübten Druck (interner Fokus) [z. B. 17, 22, 25, 28, 32]. In mehreren Untersuchungen wurde eine relativ schwierige Gleichgewichtsaufgabe gestellt, nämlich das Balancieren auf einem Stabilometer (☞ Abb. 1). Die Aufgabe bestand darin, die bewegliche Plattform im Gleichgewicht zu halten [z. B. 11, 25, 28]. Verschiedene Versuchsgruppen erhielten in diesen Studien unterschiedliche Anweisungen: Eine Gruppe wurde instruiert, sich darauf zu konzentrieren, die Füße auf derselben Höhe zu halten (interner Fokus), während eine andere Versuchsgruppe instruiert wurde, sich darauf zu konzentrieren, zwei Markierungspunkte, die direkt vor ihren Füßen auf der Plattform angebracht waren, auf gleicher Höhe zu halten (externer Fokus). In Retentionstests, in denen keine Instruktionen bezüglich des Aufmerksamkeitsfokusses mehr gegeben wurden, zeigten sich signifikante Lernvorteile für die Versuchspersonen, die sich auf die Markierungspunkte konzentriert hatten.

In zahlreichen anderen Untersuchungen, z. B. aus der Sportwissenschaft, zeigten sich ebenfalls bessere Lernergebnisse, wenn die Bewegungsanweisungen einen externen anstelle eines internen Aufmerksamkeitsfokusses hervorriefen. So ließ sich die Genauigkeit beim Schlagen von Golfbällen erhöhen, wenn die Aufmerksamkeit auf die Schwungbewegung des Schlägers statt auf die der Arme gelenkt wurde [23, 30]. Ebenso profitierte die Genauigkeit von Volleyball-Aufschlägen, Zielschüssen im Fußball [26] und Würfen im Basketball [1, 34] von einer Lenkung der Aufmerksamkeit auf den angestrebten Bewegungseffekt – wie beispielsweise die geplante Flugbahn des Balles, die Stelle des Balles (z. B. die Unterseite), die getroffen werden sollte, oder das Ziel.

» Interner Aufmerksamkeitsfokus:

Lenken der Aufmerksamkeit auf Körper(teil)bewegungen

» Externer Aufmerksamkeitsfokus:

Lenken der Aufmerksamkeit auf den Effekt, den die Bewegung auf die Umwelt hat (z. B. Trainingsgerät, Unterstütsungsfläche, antizipierte Flugbahn eines Wurfobjektes)

Anmerkung: Der Aufmerksamkeitsfokus ist nicht mit dem visuellen Fokus zu verwechseln. In diesen und in anderen Untersuchungen wurde die visuelle Information konstant gehalten, z. B. indem die Versuchspersonen bei Gleichgewichtsaufgaben angewiesen wurden, geradeaus zu schauen.



Foto: G. Wulf

Abb. 1 Gesunde Versuchsperson auf einem Stabilometer: Mithilfe dieser Versuchsanordnung konnte man in Studien nachweisen, dass ein externer Aufmerksamkeitsfokus effektiver ist als ein interner. Man lernt also besser, wenn man sich auf einen Punkt (z. B. Markierungspunkt) vor den Füßen konzentriert als bei der Fokussierung auf die Füße selbst.

Abb. 2 Versuchsperson auf einem Gummi-Diskus: Mithilfe dieser Versuchsanordnung konnte man an Personen, die an Morbus Parkinson leiden, nachweisen, dass ein externer Aufmerksamkeitsfokus zu besseren Gleichgewichtsleistungen führt als ein interner.

Foto: G. Wulf



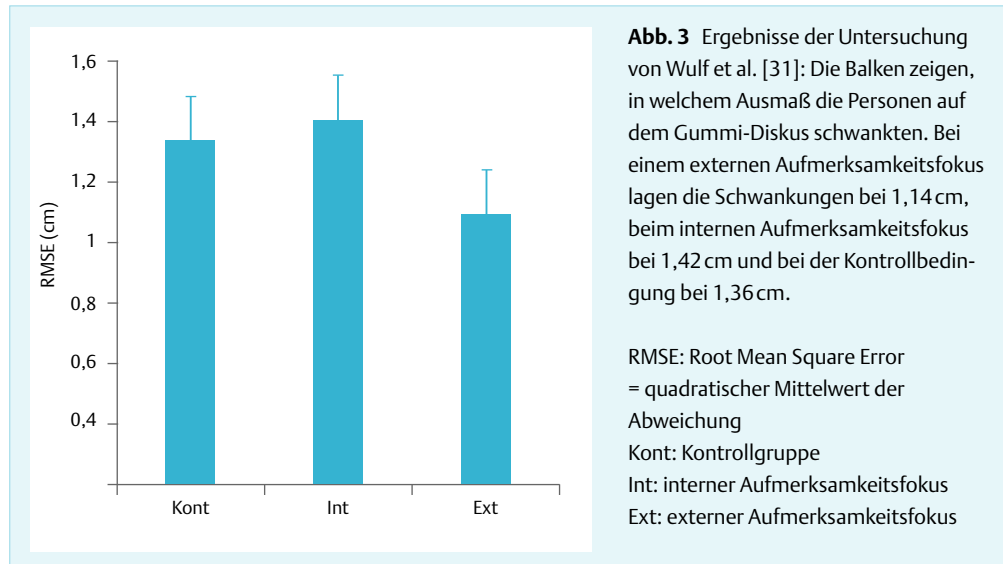
2.2.2 Studien mit Patienten

In einigen Studien wurde die Wirksamkeit von Fokus-Instruktionen auf Personen mit Morbus Parkinson [8, 31] und solche, die einen Schlaganfall erlitten hatten [5], überprüft. Die Patienten, die an Parkinson litten, absolvierten verschiedene schwierige Gleichgewichtsaufgaben. In der Untersuchung von Wulf et al. [31] bestand die Aufgabe darin, auf einem mit Luft gefüllten Gummi-Diskus so ruhig wie möglich zu stehen (Abb. 2). Mittels einer Kraftmessplatte wurden Schwankungen des Körperschwerpunktes gemessen. 14 Patienten, die an Morbus Parkinson litten, mit einem durchschnittlichen Alter von 71 Jahren führten jeweils mehrere 15-sekündige Durchgänge unter drei Fokus-Bedingungen durch:

- › Kontrollbedingung: Die Patienten erhielten keine weiteren Instruktionen, als so ruhig wie möglich zu stehen.
- › Erste Bedingung (interne Fokus-Bedingung): Die Patienten wurden instruiert, ihre Füße so wenig wie möglich zu bewegen.
- › Zweite Bedingung (externe Fokus-Bedingung): Die Patienten wurden angewiesen, den Diskus möglichst wenig zu bewegen.

Die Grafik auf Seite 9 zeigt (Abb. 3), in welchem Ausmaß der Körperschwerpunkt der untersuchten Patienten schwankte. Mit externem Fokus waren diese signifikant geringer, als wenn die Versuchspersonen interne oder keine Fokus-Instruktionen erhielten.

Eine Untersuchung von Fasoli et al. [5] zeigte, dass sich auch bei Personen, die einen Schlaganfall erlitten hatten, die Ausführung motorischer Fertigkeiten durch externe Fokus-Instruktionen verbessern ließ. Bei verschiedenen Alltagsaufgaben, wie z. B. dem Herausnehmen einer Dose aus einem Regal und dem Abstellen der Dose auf einen Tisch, ergaben sich kürzeren Bewegungszeiten und höhere maximale Bewegungsgeschwindigkeiten, wenn die Aufmerksamkeit auf das Objekt und nicht auf die Bewegungen des Armes bzw. der Hand gelenkt wurde.



2.2.3 Erklärungsansatz

Die Vorteile, die sich durch einen externen Fokus ergeben, sind darauf zurückzuführen, dass hierbei verstärkt auf automatische Prozesse der motorischen Kontrolle zurückgegriffen wird. Die Bewegungen sind dadurch flüssiger, genauer und ökonomischer. Der Versuch, die eigenen Bewegungen bewusst zu kontrollieren – wie es bei einem internen Fokus geschieht –, führt dagegen zu einer Interferenz mit automatischen, zentral gesteuerten Kontrollprozessen und wirkt sich negativ auf die Bewegungsqualität aus [z. B. 25]. Dies belegen Untersuchungsergebnisse, die zeigen, dass bei Gleichgewichtsaufgaben mit externem Fokus die Ausgleichsbewegungen schneller sind als bei internem Fokus [11, 25]. Das heißt, bei einem externen Fokus wird in größerem Maße auf schnelle, reflexbasierte Korrekturprozesse zurückgegriffen, während bei einem internen Fokus langsamere und bewusste Kontrollprozesse die Bewegungen regulieren. Zudem erfordert ein externer Fokus weniger Aufmerksamkeitskapazität als ein interner, was ebenfalls auf einen größeren Automatisierungsgrad hinweist [25]. Schließlich führt ein externer Fokus zu effizienteren Bewegungsausführungen als ein interner Fokus. Dies zeigt sich zum Beispiel daran, dass die an der Bewegung beteiligten Muskeln eine reduzierte elektromyografische Aktivität aufweisen [18, 34].

Fazit**Übungsbedingungen, die das motorische Lernen fördern**

- Übungsreihenfolge
- › randomisiert statt in Blöcken
- Instruktionen
- › externer Aufmerksamkeitsfokus statt internem

» Schlüsselwörter

Motorisches Lernen, Physiotherapie, Übungsreihenfolge, Aufmerksamkeitsfokus, Instruktionen

3. Zusammenfassung

Physiotherapeuten behandeln täglich Personen mit motorischen Störungen. Um diese Störungen effektiv zu beheben, sollte man sich an aktuellen Forschungsergebnissen zum motorischen Lernen orientieren. In Studien nachgewiesene Vorgehensweisen, die das motorische Lernen fördern, sind:

- › die richtige Übungsreihenfolge,
- › der durch Instruktion induzierte Aufmerksamkeitsfokus,
- › die Rückmeldungen des Therapeuten,
- › das selbstkontrollierte Üben,
- › das Üben in Zweiergruppen.

Für die Übungsreihenfolge gilt, dass man das randomisierte Üben dem Üben in Blöcken vorziehen sollte. Die Instruktionen des Therapeuten sollten sich auf einen externen Aufmerksamkeitsfokus richten. Ein interner Aufmerksamkeitsfokus ist nicht zu empfehlen (☞ Kasten).

Die Rolle von Rückmeldungen, vom selbstkontrollierten Üben sowie vom Üben in Zweiergruppen sind Gegenstand des zweiten Teils dieses Artikels, der als CPTE-Supplement *physiopraxis.Refreshers* zu *physiopraxis* 5/07 erscheinen wird.

Korrespondenzadresse

Prof. Dr. Gabriele Wulf
 Department of
 Kinesiology
 University of Nevada, Las Vegas
 4505 Maryland Parkway
 Las Vegas, NV 89154-3034, USA
 E-Mail: gabriele.wulf@unlv.edu



Reha-Ziel: Rückkehr in Alltag und Beruf!

Dieses Buch stellt das vom Sozialgesetzgeber formulierte erste **Reha-Ziel, die Teilhabe**, in den Mittelpunkt. Es beschreibt die auf dieses Ziel ausgerichtete Therapie, im Reha-Zentrum, im häuslichen Umfeld des Patienten, in Alltagssituationen und in der Phase der beruflichen Eingliederung. Dabei stehen die **Bedürfnisse und Ressourcen der Patienten** von Anfang an im Mittelpunkt der Behandlungsplanung!

Ein Buch für das **gesamte NeuroReha-Team**, das Ihnen zeigt, wie sich das „neue Denken“ umsetzen lässt!

Zahlreiche **eindrucksvolle Fotos** von Therapieszenen und **ausführliche Literaturhinweise** erleichtern Ihnen den **Einstieg in die moderne NeuroReha!**

Teilhaben!

Neue Konzepte der NeuroRehabilitation –
 für eine erfolgreiche Rückkehr in Alltag und Beruf
 Fries

2007. 169 S., 105 Abb., geb.
 ISBN 978 3 13 142621 5

€ [D] 49,95

€ [A] 51,50/CHF 82,-

Ihre Bestellmöglichkeiten:

☎ Telefonbestellung:
07 11 / 89 31-900

FAX Faxbestellung:
07 11 / 89 31-901

@ Kundenservice
@thieme.de

🌐 www.thieme.de

 **Thieme**

- 1 Al-Abood SA, Bennett SJ et al. **Effects of verbal instructions and image size on visual search strategies in basketball free throw shooting.** Journal of Sports Sciences 2002; 20: 271–278.
- 2 Carnahan H, Van Eerd DL, Allard F. **A note on the relationship between task requirements and the contextual interference effect.** J Mot Behav 1990; 22: 159–169.
- 3 Del Rey P. **Effects of contextual interference on memory of older females differing in levels of physical activity.** Perceptual and Motor Skills 1982; 55: 171–180.
- 4 Del Rey P, Whitehurst M et al. **Contextual interference and experience in acquisition and transfer.** Perceptual and Motor Skills 1983; 57: 241–242.
- 5 Fasoli SE, Trombly CA et al. **Effect of instructions on functional reach in persons with and without cerebrovascular accident.** Am J Occup Ther 2002; 56: 380–390.
- 6 Gabriele TE, Hall CR, Lee TD. **Cognition in motor learning: Imagery effects on contextual interference.** Hum Mov Sci 1989; 8: 227–245.
- 7 Jelsma O, Van Merriënboer JJG. **Contextual interference: Interactions with reflection-impulsivity.** Perceptual and Motor Skills 1989; 68: 1055–1064.
- 8 Landers M, Wulf G et al. **An external focus of attention attenuates balance impairment in Parkinson's disease.** Physiotherapy 2005; 91: 152–158.
- 9 Lee TD, Magill RA. **The locus of contextual interference in motor-skill acquisition.** Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition 1983; 9: 730–746.
- 10 Lee TD, Wulf G, Schmidt RA. **Contextual interference in motor learning: Dissociated effects due to the nature of task variations.** Q J Ex Psychol A 1992; 44: 627–644.
- 11 McNevin NH, Shea CH, Wulf G. **Increasing the distance of an external focus of attention enhances learning.** Psychol Res 2003; 67: 22–29.
- 12 Schmidt RA, Lee TD. **Motor control and learning: A behavioral emphasis, Band 4.** Human Kinetics: Champaign, IL; 2005.
- 13 Sekiya H, Magill RA et al. **The contextual interference effect for skill variations from the same and different generalized motor programs.** Res Q Exerc Sport 1994; 65: 330–338.
- 14 Shea JB, Morgan R. **Contextual interference effects on the acquisition, retention, and transfer of a motor skill.** Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory 1979; 5: 179–187.
- 15 Shea CH, Wright DL et al. **Physical and observational practice afford unique learning opportunities.** J Mot Behav 2000; 32: 27–36.
- 16 Smith PJK, Davies M. **Applying contextual interference to the Pawlata roll.** Journal of Sport Sciences 1995; 13: 455–462.
- 17 Totsika V, Wulf G. **The influence of external and internal foci of attention on transfer to novel situations and skills.** Res Q Exerc Sport 2003; 74: 220–225.
- 18 Vance J, Wulf G et al. **EMG activity as a function of the performer's focus of attention.** J Mot Behav 2004; 36: 450–459.
- 19 Wrisberg CA, Liu Z. **The effect of contextual variety on the practice, retention, and transfer of an applied motor skill.** Res Q Exerc Sport 1991; 62: 406–412.
- 20 Wulf G, Lee TD. **Contextual interference effects in movements of the same class: Differential effects on program and parameter learning.** J Mot Behav 1993; 25: 254–263.
- 21 Wulf G. **Zur Optimierung motorischer Lernprozesse.** Schorndorf: Hofmann; 1994.
- 22 Wulf G, Höß M, Prinz W. **Instructions for motor learning: Differential effects of internal versus external focus of attention.** J Mot Behav 1998; 30: 169–179.
- 23 Wulf G, Lauterbach B, Toole T. **Learning advantages of an external focus of attention in golf.** Res Q Exerc Sport 1999; 70: 120–126.
- 24 Wulf G, Prinz W. **Directing attention to movement effects enhances learning: A review.** Psychon Bull Rev 2001; 8: 648–660.
- 25 Wulf G, McNevin NH, Shea CH. **The automaticity of complex motor skill learning as a function of attentional focus.** Q J Ex Psychol A 2001; 54: 1143–1154.
- 26 Wulf G, McConnel N et al. **Enhancing the learning of sport skills through external-focus feedback.** J Mot Behav 2002; 34: 171–182.
- 27 Wulf G, Shea CH. **Principles derived from the study of simple motor skills do not generalize to complex skill learning.** Psychon Bull Rev 2002; 9: 185–211.
- 28 Wulf G, McNevin NH. **Simply distracting learners is not enough: More evidence for the learning benefits of an external focus of attention.** European Journal of Sport Science 2003; 3 (5): 1–13.
- 29 Wulf G. **Attention and motor skill learning.** Champaign, IL: Human Kinetics; 2007.
- 30 Wulf G, Su J. **An external focus of attention enhances golf shot accuracy in beginners and experts.** Res Q Exerc Sport; im Druck b.
- 31 Wulf G, Landers M, Töllner T. **Postural instability in Parkinson's disease decreases with an external focus of attention.** Zur Veröffentlichung eingereichtes Manuskript, 2006.
- 32 Wulf G, Töllner T, Shea CH. **Attentional focus effects as a function of task complexity.** Res Q Exerc Sport, im Druck.
- 33 Young DE, Cohen MJ, Husak WS. **Contextual interference and motor skill acquisition: On the process that influence retention.** Human Movement Science 1993; 12: 577–600.
- 34 Zachry T, Wulf G et al. **Increased movement accuracy and reduced EMG activity as the result of adopting an external focus of attention.** Brain Res Bull 2005; 67: 304–309.

Impressum

Verlag ▶ Georg Thieme Verlag, Rüdigerstraße 14, 70469 Stuttgart, Redaktion physiopraxis, Tel.: 0711/8931-0, Fax: 0711/8931-871, E-Mail: physiopraxis@thieme.de

Der physiopraxis.Refresher ist ein Supplement der physiopraxis und erscheint 4-mal jährlich.

Programmplanung ▶ Fritz M. Koller

Redaktion ▶ Johannes Ermel

Konzeption ▶ Birgit Kustermann

Layout ▶ Birgit Kustermann

Titelbild ▶ Oskar Vogl

Herstellung ▶ Ursula Albrecht, Julia Kamenik

Druck ▶ Grafisches Centrum Cuno GmbH&Co. KG, Gewerbering West 27, 39240 Calbe

Papier ▶ Diese Zeitschrift ist auf chlor- und säurefreiem Papier gedruckt.