

# Reihenfolgeeffekte für das Erlernen komplexer sportmotorischer Fertigkeiten auf beiden Körperseiten

## Eine Basketballuntersuchung bei Schulkindern

Tino Stöckel,<sup>1</sup> Christian Hartmann,<sup>1</sup> und Matthias Weigelt<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Sportwissenschaftliche Fakultät der Universität Leipzig und <sup>2</sup>Universität Bielefeld

**Zusammenfassung.** Die vorliegende Arbeit untersuchte Reihenfolgeeffekte für das Erlernen einer komplexen Basketballwurftechnik innerhalb eines Transferparadigmas. Dafür trainierten 16 Schulkinder (Durchschnittsalter  $M = 12.1$  Jahre) in 8 Übungseinheiten über 4 Wochen hinweg in einem von zwei Trainingsabläufen: (1) zuerst mit der rechten Hand und danach mit der linken Hand (Re-Li Gruppe), oder (2) zuerst mit der linken Hand und danach mit der rechten Hand (Li-Re Gruppe). Die primäre Aufgabe bestand darin, einen Basketball in 30 Sekunden so oft und genau wie möglich in ein Zielfeld an der Wand zu werfen. Nach einem Pretest und der Trainingsphase, überprüften wir den Lernzuwachs anhand der erzielten Trefferpunkte in einem Post- und Retentionstest, sowie in einem Aufgaben-Transfertest beim Werfen auf den Basketballkorb. Alle Tests wurden mit der rechten Hand, der linken Hand und beiden Händen im Wechsel durchgeführt. Die Ergebnisse konnten einen signifikant größeren Lernzuwachs für die Li-Re Gruppe gegenüber der Re-Li Gruppe nachweisen. Besonders interessant ist dabei, dass sich dieser Leistungsvorteil unabhängig von der getesteten Hand in der primären Wurfauflage und im Aufgaben-Transfertest zeigte. Solche Reihenfolgeeffekte beim Erlernen komplexer Fertigkeiten können mit hirnhemisphärischen Asymmetrien bei der Verarbeitung unterschiedlicher Aufgabenanforderungen erklärt werden. Für das sportliche Training ergibt sich der Ratschlag, die oftmals wenig berücksichtigte linke Hand frühzeitig mit in das Techniktraining einzubeziehen. Schlüsselwörter: beidseitiges Üben, Fertiglern, Wurfgenauigkeit, Basketball

Effects of bilateral practice on the acquisition of complex sport skills: A basketball study with school children

**Abstract.** The present study investigated order-of-practice effects on the acquisition of a complex basketball skill in a bilateral transfer paradigm. 16 school children (mean age = 12.1 years) practiced this skill over 4 weeks in 8 sessions under one of two training schedules: (1) with the right hand, before changing to the left hand (right-to-left group), or (2) with the left hand, before changing to the right hand (left-to-right group). Their primary task was to throw a basketball into a vertical target as often and as accurately as possible over a period of 30 s. After both a pretest and the training phase, learning gains were assessed not only in a posttest and a retention test, but also in a transfer test using throws in to a regular basketball hoop. All tests were conducted with the right hand, the left hand, and with both hands alternating. Results showed significantly larger learning gains for the left-to-right group compared with the right-to-left group. Interestingly, this performance advantage was independent of the respective hand tested. The same pattern of results was also found in the transfer test, with significantly higher scores at the basketball hoop in the left-to-right group. Such order-of-practice effects on the acquisition of complex skills can be explained with hemispheric brain asymmetries for processing specific task requirements. It is concluded that practitioners should include the oft-neglected left hand at an early stage when training sport skills.

Key words: bilateral practice, skill acquisition, throwing accuracy, basketball

In vielen Sportsportarten ist situationsadäquates Handeln häufig mit dem Ausführen einer bestimmten Sporttechnik auf der nicht-dominanten Körperseite verbunden. Ein Angreifer im Basketball wird erfolgreicher sein, wenn er den Ball nicht nur mit seiner dominanten rechten Hand führt, sondern den herbeieilenden Verteidiger auch mit der nicht-dominanten, linken Hand umspielen kann. In diesem Sinne sollte auch ein Verteidiger den zurückspringenden Ball vom Korbring gleichermaßen mit der rechten oder der linken Hand vor der angreifenden Mannschaft wegfan-

gen können. Diese und ähnliche Situationen setzen die variable Verfügbarkeit von (sport-) technischen Fertigkeiten auf beiden Körperseiten voraus. Deshalb erscheint es für viele Sporttechniken sinnvoll zu sein, sie auf beiden Körperseiten zu trainieren. Um die Vorteile beidseitigen Übens empirisch abzusichern, beschäftigt sich die vorliegende Arbeit mit dem Erlernen einer komplexen sportmotorischen Fertigkeit (einem Basketballwurf) innerhalb eines Transferparadigmas, in dem beide Körperseiten in gegensätzlicher Reihung trainiert werden.

Die Beobachtung, dass neue Bewegungen nach dem Üben auf einer Körperseite auch mit der anderen Körperseite gut ausgeführt werden können, wird im Allgemeinen auf die Existenz von kontralateralem Lerntransfer zurückgeführt. Für dieses Phänomen interessiert sich heute vor allem die angewandte Bewegungsforschung, wie eine Reihe von aktuellen Arbeiten zeigt (Haaland & Hoff, 2003; Stöckel, Weigelt & Krug, 2006; Teixeira, Silva & Carvalho, 2003). Dabei steht häufig der asymmetrische Transfer von Fertigkeitenleistungen zwischen zwei Extremitäten nach anfänglichem Üben auf der dominanten oder nicht-dominanten Körperseite im Vordergrund. Eine eindeutige Aussage über die bessere Transferrichtung von Fertigkeiten, und damit auch zur optimalen Gestaltung des anfänglichen Trainings, lässt sich anhand der bisherigen Forschungsergebnisse nicht treffen. Während eine Gruppe von Forschern größere Transferleistungen von der dominanten, rechten Körperseite auf die nicht-dominante, linke Körperseite nachweist (z.B. Byrd, Gibson & Gleason, 1986; Parker-Tailon & Kerr, 1989; Teixeira, 2000), berichtet eine andere Gruppe genau gegenteilige Ergebnisse (z.B. Haaland & Hoff, 2003; Puretz, 1983; Stoddard & Vaid, 1996). Um zukünftig bessere Hinweise für die anfängliche Reihung der Körperseiten hinsichtlich einer langfristig günstigen beidseitigen Entwicklung von Fertigkeiten geben zu können, sollten folgende Kriterien im Design von Studien zum Lerntransfer erfüllt sein: (1) der Übungsanteil auf der dominanten und nicht-dominanten Körperseite sollte über die Untersuchung hinweg gleichverteilt sein, (2) aufgabenspezifische Reihenfolgeeffekte sollten innerhalb von Retentionstests auf ihre Nachhaltigkeit überprüft werden, und (3) wie gut eine Fertigkeit gelernt wurde, sollte auf beiden Körperseiten getestet werden.

Einen Ansatz zur systematischen Untersuchung von Reihenfolgeeffekten auf das Erlernen komplexer Fertigkeiten bietet die Annahme, dass die anfänglich optimale Trainingsseite vom inhärenten Anforderungsprofil der zu erlernenden Bewegung abhängt (vgl. Carson, 1989; Weigelt, 2004). Wird das Anforderungsprofil in der Untersuchung von Transferleistungen berücksichtigt, dann zeigen sich differenzierte Ergebnisse für Aufgaben mit (a) einer hohen Anforderung an die räumliche Orientierung und Präzision (Haaland & Hoff, 2003 [Fußball-Zielschussaufgabe]), (b) einer hohen Anforderung an die Bewegungs- und Koordinationsschnelligkeit (Haaland & Hoff, 2003 [Fußball-Dribbelaufgabe]; Stöckel, Weigelt & Krug, 2006 [Basketball-Dribbelaufgabe]), sowie (c) einer hohen Anforderung an die Dosierung und Kontrolle des Krafteinsatzes (Teixeira, 2000 [Armhebelaufgabe]). In diesem Zusammenhang konnten Haaland und Hoff (2003) bessere beidseitige Fertigkeitenleistungen nach Training des nicht-dominanten, linken

Beines – gegenüber einem Training des dominanten, rechten Beines – in einer Aufgabe mit hoher Präzisionsanforderung nachweisen, in der die Versuchspersonen einen Fußball möglichst genau auf eine Torwand schießen sollten. Frühes Üben mit der nicht-dominanten, linken Körperseite zahlte sich auch für das Erlernen einer Slalomdribbling-Aufgabe im Basketball aus, in der das Spielgerät so schnell wie möglich mit der Hand um einen Slalomparcours gedribbelt werden sollte (Stöckel et al., 2006, Experiment 1). Gegenteilige Ergebnisse lieferte Teixeira (2000) für eine Aufgabe, in der die Versuchspersonen einen Hebel mit präzisiertem Krafteinsatz steuern sollten, um einen Zeiger auf einer Schiene über eine bestimmte Entfernung zu bewegen. Diese Aufgabe wurde besser von den Versuchspersonen gelöst, die diese Aufgabe zuerst mit der dominanten Hand geübt hatten.

Die vorliegende Untersuchung soll weitere Hinweise auf aufgabenspezifische Reihenfolgeeffekte für das Erlernen komplexer sportmotorischer Fertigkeiten geben. Dafür trainierten Schulkinder einen Basketballzielwurf innerhalb eines vollständig gekreuzten Transferparadigmas mit der dominanten und nicht-dominanten Hand. Diese Aufgabe erfordert ein hohes Maß an räumlicher Orientierung und Präzision. In Anlehnung an frühere Studien (vgl. Haaland & Hoff, 2003; Weigelt, 2004) nehmen wir an, dass anfängliches nicht-dominantes Üben dieser Aufgabe zu längerfristigen Lerneffekten auf beiden Körperseiten führt. Ein Retentionstest sollte uns darüber Auskunft geben.

## Untersuchungsmethodik

### Untersuchungsgruppen

An der Untersuchung nahmen 16 rechtshändige Schüler (14 männlich und 2 weiblich; Alter  $M = 12.1$  Jahre) einer Leipziger Mittelschule teil. Ihre Teilnahme war freiwillig und basierte auf einer schulischen Arbeitsgemeinschaft. Alle Schüler gaben an, bisher nur wenig Erfahrung mit der Spielsportart Basketball gesammelt zu haben, und auch sonst nur selten Sport zu treiben. Die geringe Erfahrung im Basketball beschränkte sich auf wenige Unterrichtsstunden innerhalb des regulären Schulsports.

Die 16 Schüler wurden anhand ihrer Leistungen im Pretest auf zwei Gruppen parallelisiert verteilt. Jede Gruppe enthielt insgesamt acht Versuchspersonen (Vpn), jeweils 7 Jungen und 1 Mädchen. Eine Gruppe wird im Folgenden mit Re-Li Gruppe bezeichnet, da sie in der späteren Übungsphase das

Training zuerst mit der rechten Hand absolvierte, während die Li-Re Gruppe zuerst mit links begann.

## Untersuchungsaufgabe

Die primäre Aufgabe für die Vpn bestand darin, einen Basketball (offizielles Spielgerät der Größe 7) über 30 Sekunden möglichst genau in ein Zielfeld an der Wand zu werfen. Dafür sollten sie den Ball so werfen, dass sie ihn danach selbst sicher fangen konnten, um ihn danach möglichst schnell wieder abzuwerfen. Dabei standen die Vpn in einer vordefinierten Abwurfzone, die während eines Durchganges nur verlassen werden sollte, wenn ein Ball anders nicht gefangen werden konnte (siehe Abb. 1). Als Wurftechnik sollte der Positionswurf aus dem Basketball genutzt werden. Diese Basketballtechnik wurde vom Testleiter auf beiden Körperseiten demonstriert und mit Hilfe einer weiteren mündlichen Beschreibung der Bewegung vor dem ersten Test eingeführt. Der anschließende Zielwurf-Händigkeits-Test (ZHT) beinhaltete drei Teile, in denen die Vpn entweder (1) nur mit der rechten Hand, (2) nur mit der linken Hand, oder (3) mit beiden Händen im Wechsel werfen sollten. Die Reihenfolge der einzelnen Teile war über die Vpn ausbalanciert.

Das Zielfeld bestand aus drei konzentrischen Ringen. Für Treffer in den inneren Ring erhielten die Vpn 3 Punkte, für den mittleren Ring 2 Punkte und für den äußeren Ring 1 Punkt. Verfehlten die Vpn das Zielfeld, dann bekamen sie keinen Punkt. Traf der

Ball genau auf die Kreislinie zweier angrenzender Ringe, so erhielten die Vpn den Mittelwert aus beiden Trefferpunkten (z. B. 1.5 Punkte, wenn der Ball auf die Kreislinie zwischen dem inneren und dem mittleren Ring traf). Die Wurfleistung (WL) der Vpn ergab sich aus der Addition der Trefferpunkte über einen Durchgang hinweg. Um möglichst viele Punkte zu sammeln, mussten die Vpn also immer wieder sehr genau in die Mitte des Zielfeldes werfen. Unpräzise Würfe dagegen führten in der Addition zu weniger Punkten, wenn der zurückspringende Ball nicht mehr richtig kontrolliert werden konnte, und ein Ballverlust die Vpn zwang die Abwurfzone zu verlassen. Die Untersuchungsaufgabe erforderte deswegen ein hohes Maß an räumlicher Orientierung und Präzision.

## Versuchsablauf

In Phase 1 wurde das Ausgangsniveau der Vpn für den ZHT in einem Pretest ermittelt und die Parallelisierung der Vpn in die zwei unterschiedlichen Übungsgruppen vorgenommen. In Phase 2 (Übungsphase) übten die Vpn die Aufgabe in 8 Übungseinheiten (ÜE) über insgesamt vier Wochen hinweg. Während die Re-Li Gruppe die ersten 4 ÜE mit der rechten Hand absolvierte, um danach für die zweiten 4 ÜE auf die linke Hand zu wechseln, übte die Li-Re Gruppe zuerst mit links und später mit rechts. Hier ist es wichtig zu bemerken, dass in diesem Design jede Gruppe zu gleichen Anteilen mit der rechten und der

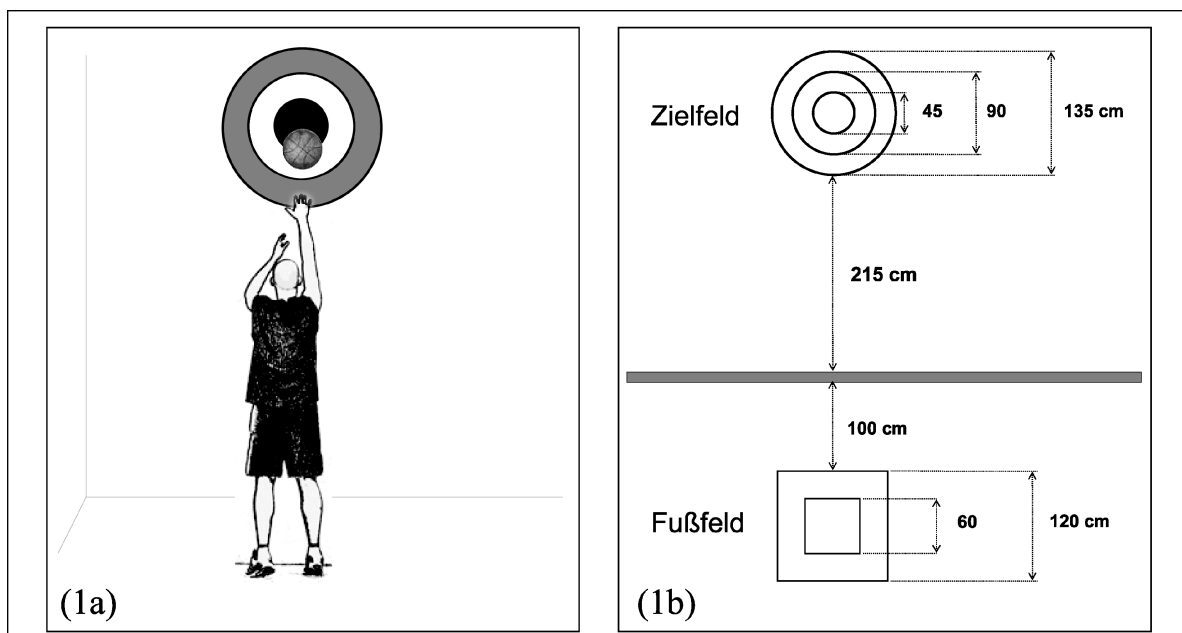


Abbildung 1. Zielwurf-Händigkeits-Test (ZHT) – (1a) Grafische Darstellung einer Versuchsperson beim Wurf, (1b) Schematische Darstellung des Testaufbaus (1:87).

linken Hand trainierte. Lediglich die Reihenfolge, in der die Hände übten, unterschied sich zwischen den beiden Gruppen. Jede ÜE dauerte 45 Minuten und wurde mit den Gruppen separat durchgeführt. Die Inhalte der ersten 4 ÜE wiederholten sich nach dem Wechsel auf die andere Hand für beide Gruppen. Das Training setzte sich aus einfachen Übungsformen zum Ballhandling, Werfen und Fangen zusammen (vgl. Hagedorn, Niedlich & Schmidt, 1996) mit dem Ziel der Verbesserung der Technik des Positionswurfs.

In Phase 3 unterzogen sich die Vpn der ersten Messwiederholung des ZHT. Dafür wurde der Anstieg der Performanz für die Wurf Aufgabe im Anschluss an die letzte ÜE in einem Posttest überprüft. Die Messwerte aus diesem Posttest sollten darüber Auskunft geben, ob die vierwöchige Übungsphase zu einem Anstieg in der WL führte, und ob sich ein möglicher Anstieg in seinem Ausmaß für beide Gruppen unterschied. In Phase 4 wurde die WL der Vpn für den ZHT in einem Retentionstest und einem Aufgaben-Transfertest überprüft. Zwischen dieser zweiten Messwiederholung im Retentionstest und dem vorangegangenen Posttest lagen zwei Wochen, in denen die Vpn nicht übten. Der Retentionstest sollte darüber Auskunft geben, inwieweit die Vpn die Bewegungsaufgabe nachhaltig gelernt haben. Der Aufgaben-Transfertest zeigt, wie gut die Wurf Aufgabe unter veränderten Bedingungen absolviert wird. Dafür wurde das Zielfeld im ZHT durch einen regulären Aufbau mit Basketballkorb ersetzt. Für die Würfe auf den Basketballkorb ergab sich folgende Punktverteilung: 3 Punkte = Treffer ohne Ringberührung; 2 Punkte = Treffer mit Ring- oder Brettberührung; und 1 Punkt = Kein Treffer, aber Ringberührung. Die Vpn erhielten keinen Punkt, wenn der Ball den Korb verfehlte.

Die Untersuchung dauerte insgesamt 6 Wochen und jede Vpn absolvierte den ZHT zu allen Messzeitpunkten (Pretest, Posttest und Retentionstest), und im Transfertest. Da wir uns für mögliche Unterschiede in der WL zwischen den beiden Gruppen zu den jeweiligen Messzeitpunkten interessierten, wurde der ‚absolute Lernzuwachs‘ (aLZ) der einzelnen Vpn berechnet. Dieser ergibt sich aus der Differenz der individuellen WL zwischen der ersten und zweiten bzw. der ersten und dritten Messung. Im Aufgaben-Transfertest wurden die Punkte zu einem absoluten Treffermaß summiert, den ‚absoluten Trefferpunkten‘ (aTP).

## Ergebnisse

### Primäre Aufgabe – absoluter Lernzuwachs (aLZ)

In der primären Wurf Aufgabe ergaben sich für beide Gruppen folgende Mittelwerte für die Trefferpunkte:

*Re-Li Gruppe*  $M = 45.0 (\pm 9.3)$  Punkte (Pretest),  $46.6 (\pm 9.2)$  Punkte (Posttest) und  $45.4 (\pm 8.9)$  Punkte (Retention), und für die *Li-Re Gruppe*  $= 44.0 (\pm 8.5)$  Punkte (Pretest),  $51.3 (\pm 9.5)$  Punkte (Posttest) und  $48.9 (\pm 8.1)$  Punkte (Retention). Die Anstiege in der WL für die unterschiedlichen Bedingungen und Gruppen können in Abbildung 2 eingesehen werden. Die Datenanalyse erfolgte in einer drei-faktoriellen Varianzanalyse, 2 (Gruppe: Re-Li vs. Li-Re)  $\times$  3 (Hand: rechte Hand vs. linke Hand vs. beide Hände im Wechsel)  $\times$  3 (Test: Pretest vs. Posttest vs. Retentionstest), mit den Messwiederholungsfaktoren „Hand“ und „Test“. Der Faktor „Gruppe“ wurde als Zwischensubjektfaktor überprüft. Die Analyse ergab einen signifikanten Haupteffekt für den Faktor „Test“ ( $F(2,28) = 10.02, p < .001, \eta^2 = .54$ ). Danach verbesserten die Vpn ihre WL gegenüber dem Pretest. Die Überprüfung des Faktors „Hand“ ergab keinen signifikanten Haupteffekt ( $p > .1$ ). Damit konnten keine signifikanten Unterschiede in der WL im ZHT in Abhängigkeit von der involvierten Wurfhand nachgewiesen werden. Dafür ergab sich eine signifikante Interaktion der Faktoren „Gruppe“ und „Test“ ( $F(2,28) = 4.56, p < .05, \eta^2 = .32$ ). Diese Interaktion ist für die Betrachtung unserer experimentellen Annahme wichtig und deutet auf Unterschiede im aLZ zwischen den Gruppen hin. Während sich die Re-Li Gruppe gegenüber dem Pretest im Posttest nur um 1.6 Punkte und im Retentionstest um 0.3 Punkte verbessern konnte, verzeichnet die Li-Re Gruppe im Posttest einen Lernzuwachs von 7.4 Punkten und im Retentionstest von 4.9 Punkten. Das unterschiedliche Ausmaß im Anstieg der WL nach dem Pretest zwischen den Gruppen konnte in einer Posthoc-Analyse als signifikant für beide Messwiederholungszeitpunkte (Posttest,  $p = .029$ , und Retentionstest  $p = .044$  [einseitige T-Tests]) nachgewiesen werden.

### Transferaufgabe – absolute Trefferpunkte (aTP)

In der Transferaufgabe ergaben sich für beide Gruppen folgende Mittelwerte für die Anzahl der Trefferpunkte: *Re-Li Gruppe*  $= 26.4$  Punkte (rechte Hand),  $19.9$  Punkte (linke Hand) und  $23.6$  Punkte (beide Hände im Wechsel); *Li-Re Gruppe*  $M = 27.9$  Punkte (rechte Hand),  $22.9$  Punkte (linke Hand) und  $26.6$  Punkte (beide Hände im Wechsel). Die Datenanalyse erfolgte in einer zwei-faktoriellen Varianzanalyse, 2 (Gruppe: Re-Li vs. Li-Re)  $\times$  3 (Hand: rechte Hand vs. linke Hand vs. beide Hände im Wechsel), mit dem Messwiederholungsfaktor „Hand“ und dem Zwischensubjektfaktor „Gruppe“. Die Analyse ergab signifikante Haupteffekte für die Faktoren „Gruppe“ ( $F(1,14) = 5.91, p < .05, \eta^2 = .30$ ) und „Hand“

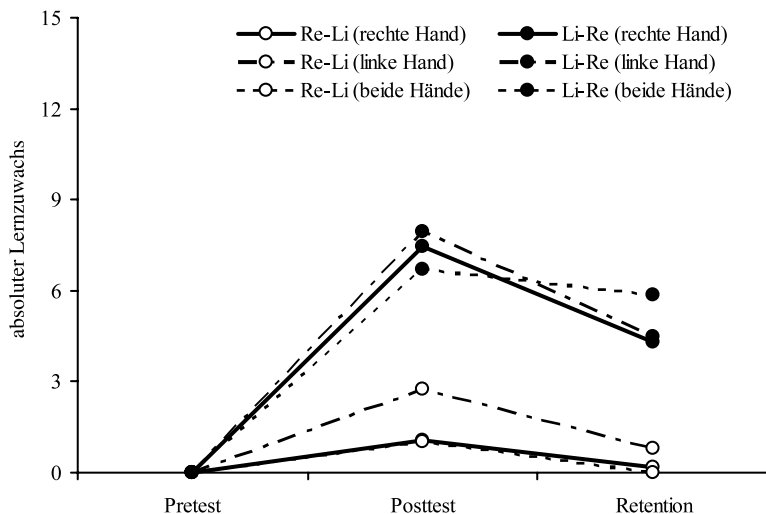


Abbildung 2. Graphische Darstellung der absoluten Lernzuwächse nach dem Pretest für die rechte Hand (durchgezogene Linie), die linke Hand (Strich-Linie) und beide Hände im Wechsel (Punkt-Linie) jeweils für die Re-Li Gruppe (leere Kreise) und die Li-Re Gruppe (volle Kreise).

( $F(2,28) = 23.18, p < .05, \eta^2 = .62$ ). Beide Faktoren interagierten nicht (signifikant) miteinander. Die Posthoc-Analyse für den Effekt der Wurfhand auf die WL im Transfertest ergab, dass die Vpn im Mittel mit der rechten Hand (27.0 Punkte) und mit beiden Händen im Wechsel (25.5 Punkte) höhere Trefferpunkte erzielten als mit der linken Hand (21.5 Punkte) (beide  $p$ 's  $< .05$ ). Die Betrachtung des Effekts der Übungsgruppe auf die WL zeigte, dass die Vpn der Li-Re Gruppe (26.0 Punkte) gegenüber den Vpn der Re-Li Gruppe (23.3 Punkte) häufiger im Transfertest trafen.

## Diskussion

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung bestätigen unsere experimentelle Annahme hinsichtlich der aufgabenspezifischen Reihenfolgeeffekte für das Erlernen einer komplexen sportmotorischen Fertigkeit. Danach sollten Aufgaben mit hohen Anforderungen an die räumliche Orientierung und Präzision zuerst mit der nicht-dominanten Hand erlernt werden, bevor das Training mit der dominanten Hand fortgesetzt wird. Dieses Postulat wird durch die Unterschiede im Lernzuwachs zwischen beiden Experimental-Gruppen gestützt. Die Li-Re Gruppe steigerte sich im Retentionstest mit der rechten Hand um 9.5%, mit der linken Hand um 14.5% und mit beiden Händen im Wechsel um 14.3%. Die Lernzuwächse für die Re-Li Gruppe fielen mit 0.8% für die rechte Hand, mit 3.0% für die linke Hand und mit 0.8% für beide Hände im Wechsel deutlich geringer aus. Die unterschiedlichen Lernzuwächse deuten darauf hin, dass

nur die Li-Re Gruppe während der Trainingsphase lernte, während sich keine nachhaltigen Lerneffekte für die Re-Li Gruppe nachweisen lassen. Dieses Ergebnis überrascht zunächst. Es kann dann aber in seiner Tendenz durch weitere Arbeiten unterstützt werden (z. B. Haaland & Hoff, 2003; Weigelt, 2004).

Wie lassen sich unterschiedliche Lerntransferleistungen im Allgemeinen und die vorliegenden aufgabenspezifischen Reihenfolgeeffekte im Speziellen erklären? Einen möglichen Erklärungsansatz bieten Untersuchungen auf dem Gebiet der Neuropsychologie, aus denen die Tatsache hervorging, dass beide Hirnhemisphären für unterschiedliche Aufgabenanforderungen differenziell herangezogen werden (für einen Überblick siehe Serrien, Ivry & Swinnen, 2006). Hier gilt: Während die dominante, linke Hemisphäre vor allem die zeitlich-sequentielle Steuerung von Handlungen übernimmt (z. B. die Kontrolle der

Bewegungstrajektorie), wird deren räumliche Orientierung (z. B. die Kontrolle des Bewegungszieles) stärker in der nicht-dominanten, rechten Hemisphäre verarbeitet (vgl. *dynamic dominance hypothesis*, Sainburg, 2002; Sainburg & Wang, 2002). Weiterhin scheint die spezielle Aktivierung von motorikrelevanten Hirnarealen (insbesondere prämotorischer Kortex [PMC], supplementär-motorisches Areal [SMA] und Parietallappen) mit einer abstrakten Einspielung von Handlungsinformationen und unabhängig vom Effektor einherzugehen (Ghilardi, Ghez, Dhawan et al., 2000). Dabei scheint der Grad der hemisphären-spezifischen Aktivierung zusätzlich vom Verlauf des Lernprozesses abzuhängen (Grafton, Hazeltine & Ivry, 1998, 2002). Für das Erlernen einer bestimmten Fertigkeit scheint es deshalb sinnvoll, die beiden Körperseiten in einer solchen Reihenfolge in das anfängliche Training zu involvieren, dass sich möglichst frühzeitig effiziente neuromotorische Aktivierungsmuster in der für die jeweilige Aufgabenanforderung spezialisierten Hirnhemisphäre ausbilden. Durch die Mechanismen des interhemisphärischen Austausches neuronaler Signale profitiert später auch die kontralaterale Hirnhemisphäre, wenn es darum geht, die Bewegung auf der anderen Körperseite gut auszuführen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die vorliegende Studie weitere Evidenz für aufgabenspezifische Reihenfolgeeffekte für das Erlernen komplexer sportmotorischer Fertigkeiten liefert. Danach sollten Bewegungsaufgaben mit einer hohen Anforderung an die räumliche Orientierung und Präzision zuerst mit der nicht-dominanten, linken Körperseite geübt werden, bevor auf die dominante, rechte Körperseite ge-

wechselt wird. Diese Reihung der beiden Körperseiten im Verlauf des Lernprozesses kann – wie in der vorliegenden Untersuchung für den Positionswurf im Basketball gezeigt – zu größerem Lernzuwachs sowohl auf der dominanten als auch auf der nicht-dominanten Körperseite führen. Für das sportliche Training ergibt sich deshalb der Ratschlag, auch die oftmals wenig berücksichtigte linke Körperseite frühzeitig und systematisch mit in den Trainingsprozess einzubeziehen. Denn das alleinige Training der rechten Körperseite führt nicht automatisch zu größerem Lernfortschritt, wie auch andere aktuelle Studien zeigen (Haaland & Hoff, 2003; Maurer, 2005).

## Literatur

- Byrd, R., Gibson, M. & Gleason, M. H. (1986). Bilateral transfer across ages 7 to 17 years. *Perceptual and Motor Skills*, 62, 87–90.
- Carson, R. G. (1989). Manual asymmetries: In defense of a multifactorial account. *Journal of Motor Behavior*, 21, 157–162.
- Ghilardi, M., Ghez, C., Dhawan, V., Moeller, J., Mentis, M., Nakamura, T., Antonini, A. & Eidelberg, D. (2000). Patterns of regional brain activation associated with different forms of motor learning. *Brain Research*, 871, 127–145.
- Grafton, S. T., Hazeltine, E. & Ivry, R. B. (1998). Abstract and effector-specific representations of motor sequences identified with PET. *Journal of Neuroscience*, 18, 9420–9428.
- Grafton, S. T., Hazeltine, E. & Ivry, R. B. (2002). Motor sequence learning with the nondominant left hand. A PET functional imaging study. *Experimental Brain Research*, 146, 369–378.
- Haaland, E. & Hoff, J. (2003). Non-dominant leg training improves the bilateral motor performance of soccer players. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 13, 179–184.
- Hagedorn, G., Niedlich, D. & Schmidt, G. J. (1996). *Das Basketball-Handbuch*. Reinbek: Rowohlt.
- Maurer, H. (2005). Beidseitiges Üben sportmotorischer Fertigkeiten. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 12, 93–99.
- Parker-Taillon, D. & Kerr, R. (1989). Manual asymmetries within the performance of a complex motor task. *Human Movement Science*, 8, 33–44.
- Puretz, S. L. (1983). Bilateral transfer: The effects of practice on the transfer of complex dance movement patterns. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 54, 48–54.
- Sainburg, R. L. (2002). Evidence for a dynamic dominance hypothesis of handedness. *Experimental Brain Research*, 142, 241–258.
- Sainburg, R. L. & Wang, J. (2002). Interlimb transfer of visuo-motor rotations: Independence of direction and final position information. *Experimental Brain Research*, 145, 437–447.
- Serrien, D. A., Ivry, R. B. & Swinnen, S. P. (2006). Dynamics of interhemispheric specialization and integration in the context of motor control. *Nature Review Neuroscience*, 7, 160–167.
- Stoddard, J. & Vaid, J. (1996). Asymmetries in intermanual transfer of maze learning in right- and left-handed adults. *Neuropsychologia*, 34, 605–608.
- Stöckel, T., Weigelt, M. & Krug, J. (2006). Die optimale Trainingsseite beim Fertigkeitlernen unter besonderer Berücksichtigung der Aufgabenanforderung. In M. Raab, A. Arnold, K. Gärtner et al. (Hrsg.), *Zukunft der Sportspiele: fördern, fordern, forschen* (S. 41–44). Flensburg: University Press.
- Teixeira, L. A. (2000). Timing and force components in bilateral transfer of learning. *Brain and Cognition*, 44, 455–469.
- Teixeira, L. A., Silva, M. V. & Carvalho, M. A. (2003). Reduction of lateral asymmetries in dribbling: The role of bilateral practice. *Laterality*, 8, 53–65.
- Weigelt, M. (2004). Wenn experimentelle Psychologie auf Sportpädagogik trifft: Untersuchungen zum Bewegungslernen. In M. Schierz & P. Frei (Hrsg.), *Sportpädagogisches Wissen – Spezifik, Transfer, Transformation* (S. 57–64). Hamburg: Czwalina.

Tino Stöckel

Universität Leipzig  
Sportwissenschaftliche Fakultät  
Jahnallee 59  
04109 Leipzig