

Abb. 2. Ergebnisse der Wurf- und der Schätzleistung der Treatment- (grau) und der Kontrollgruppe (schwarz) im Vor-, Nach- und Behaltenstest.

4 Diskussion

Die Verbesserung in der Antizipationsleistung konnte nicht in eine Verbesserung der Treffleistung umgesetzt werden. Damit entsprechen die Ergebnisse nicht den theoretisch abgeleiteten Erwartungen.

Dies kann daran liegen, dass bei einer langjährigen Erfahrung im Dartwerfen ein achtwöchiges Training mit 1824 Würfeln keinen statistisch nachweisbaren Leistungszuwachs bringen kann. Die wegen des hohen Ausgangsniveaus der geübten Werfer nur geringen Treatmenteffekte sind varianzanalytisch nicht nachzuweisen. Nichtsdestotrotz sind es gerade die kleinen Effekte, die sehr gute Sportler und Sportlerinnen von der Weltklasse trennen.

Darüber hinaus muss in Frage gestellt werden, ob das Bewusstmachen der Antizipation, das im Experiment durch das Verbalisieren erzwungen wurde, gegenüber der impliziten Antizipation des Bewegungseffekts eine Auswirkung auf die Leistung hat. Die Ergebnisse deuten eher in eine andere Richtung: Für das Lernen von Zielbewegungen ist die Verarbeitung der Differenz zwischen der impliziten Antizipation und dem tatsächlichen Bewegungseffekt anscheinend hinreichend, eine bewusste Verarbeitung der Antizipation kann nicht zu einer zusätzlichen Leistungssteigerung beitragen.

Literatur

- Hoffmann, J. (1993). *Vorhersage und Erkenntnis*. Göttingen: Hogrefe.
- Hoffmann, J. (2001). Das ideomotorische Prinzip, ABC, Closed Loops und Schemata. In J.R. Nitsch & D. Hackfort (Hrsg.), *Denken – Sprechen – Bewegen* (S. 69-75). Köln: bps.
- Hossner, E.-J. (1996). Prinzipien des Techniktrainings im Spitzensport. In K. Roth (Hrsg.), *Techniktraining im Spitzensport* (S. 84-100). Köln: Sport und Buch Strauß.
- Jordan, M.I., & Rumelhart, D.E. (1992). Forward models: Supervised learning with a distal teacher. *Cognitive Science*, 16, 307-354.
- Künzell, S. (2003). *Die Bedeutung der Efferenzkopie für das motorische Lernen*. Berlin: dissertationen.de.
- Milgram, P. (1987). A spectacle-mounted liquid crystal tachistoscope. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, 19, 449-456.
- Panzer, S. (2000). *Motorisches Lernen und Selbsteinschätzung*. Lengerich: Pabst.

Zum Kontext-Interferenz-Effekt beim Fertigkeitserwerb im Bodenturnen

1 Einleitung

Der Begriff der Kontext-Interferenz wurde von Battig (1966) im Zusammenhang mit kognitiven Aufgaben geprägt und erst später von Shea und Morgan (1979) auf das Bewegungsklernen übertragen. In einem Übersichtsartikel definierten Magill und Hall (1990, S. 244) den Kontext-Interferenz-Effekt als „Auswirkung des Grades funktionaler Interferenz auf das Lernen in einer Situation, in der mehrere Aufgaben erlernt werden sollen und zusammen geübt werden“ (Übersetzung durch Wiemeyer, 1998, S. 84). In Untersuchungen zum Bewegungsklernen wird die Kontext-Interferenz durch die Häufigkeit des Wechsels zwischen mindestens zwei Lernaufgaben variiert. Bei einem randomisierten Üben wird häufig zwischen den Aufgaben gewechselt und die Kontext-Interferenz ist deshalb hoch. Ein geblocktes Üben enthält dagegen nur wenige Wechsel, weshalb die Kontext-Interferenz für die Übenden gering ist.

Der Kontext-Interferenz-Effekt tritt als Umkehrereffekt auf. Üben bei hoher Kontext-Interferenz führt im Vergleich zum Üben bei geringer Kontext-Interferenz zunächst zu signifikant schlechteren Leistungen. Erst langfristig, in sog. Retentionstests, erweist sich die hohe Kontext-Interferenz beim Üben als effektiver. Der Kontext-Interferenz-Effekt wird deshalb im Sport als Beispiel dafür angeführt, dass die Erschwerung von Übungsprozessen zu besseren Lernergebnissen führen kann (Lee, Swinnen, & Serrien, 1994; Wiemeyer, 1998).

2 Erklärungsansätze zum Kontext-Interferenz-Effekt

Inzwischen liegen mehrere Erklärungsansätze zum Kontext-Interferenz-Effekt vor, die sich danach unterscheiden lassen, ob sie kognitive oder motivationale Prozesse in den Vordergrund stellen. Kognitive Ansätze gehen davon aus, dass randomisiertes Üben, also Üben bei hoher Kontext-Interferenz, höhere Anforderungen an die Informationsverarbeitung des Übenden stellt, z.B. weil Bewegungspläne immer wieder rekonstruiert werden müssen (Rekonstruktionshypothese, Lee & Magill, 1983) oder weil Bewegungsrückmeldungen weniger genutzt werden können, da die nächste Bewegung häufig eine andere ist als die vorausgegangene Bewegung („KR-usefulness“-Hypothese, Wulf & Schmidt, 1994). Motivationale Erklärungsansätze postulieren dagegen Effekte auf motivational wirksame Variablen wie z.B. die Selbstwirksamkeitsüberzeugung (Vickers, 1994). Demnach erzeugt geblocktes Üben, d.h. Üben bei geringer Kontext-Interferenz, aufgrund der wahrgenommenen Leistungsfortschritte hohe Selbstwirksamkeitsüberzeugungen bei den Übenden, die dann im

Retentionstest angesichts der unerwarteten Leistungseinbußen in Selbstzweifel und Frustration umschlagen. Wulf, Lee und Schmidt (1996) halten es für möglich, dass randomisiertes Üben interessanter und herausfordernder ist und deshalb die Üben- den motivierter und aufmerksamer sind als bei einer geblockten Übungsreihenfolge.

3 Zum Kontext-Interferenz-Effekt im Bodenturnen

Problemstellung

Die weit überwiegende Zahl der Studien zum Kontext-Interferenz-Effekt wurde im Labor unter kontrollierten Bedingungen durchgeführt. Die wenigen Untersuchungen mit sporttypischen Bewegungsfertigkeiten liefern insgesamt ein inkonsistentes Bild: Während z.B. French, Rink und Werner (1990) keine Lernvorteile für eine randomisierte Übungsreihenfolge im Volleyball fanden, konnten unter anderem Goode und Magill (1986) sowie Wrisberg und Liu (1991) die im Labor beobachteten Kontext-Interferenz-Effekte unter Feldbedingungen bestätigen. Die Frage, ob der Effekt auch unter praxisnahen Bedingungen auftritt, ist daher nach wie vor offen.

Stichprobe und Lernaufgaben

Die Stichprobe der Untersuchung setzte sich aus 52 Sportstudierenden zusammen ($M = 23.47$, $SD = 2.29$ Jahre), die zum Zeitpunkt der Datenerhebung an der sportpraktischen Ausbildung im Gerätturnen teilnahmen. Als Lernaufgaben wählten wir die Rolle rückwärts in den Handstand, den Rondat sowie den Handstützüberschlag vorwärts.

Durchführung

Die Versuchspersonen (Vpn) wurden nach Vortestleistungen parallelisiert einer geblockt oder randomisiert übenden Gruppe zugeordnet. Die Übungsphase umfasste neun Übungseinheiten in neun Wochen. Die geblockt übende Gruppe führte in den ersten drei Übungseinheiten nur die Rolle rückwärts in den Handstand aus, jeweils 21 Versuche pro Übungseinheit, wechselte dann zum Rondat und später zum Handstützüberschlag vorwärts. In der randomisiert übenden Gruppe wurden diese Bewegungsfertigkeiten während der gesamten Übungszeit in zufälliger Reihenfolge ausgeführt. Insgesamt realisierten die Vpn in beiden Gruppen 63 Übungsversuche für jede der drei Bewegungsfertigkeiten. Standardisierte Bewegungskorrekturen wurden in jeder Übungseinheit nach dem 3., 6., 10., 13., 17. und 20. Übungsversuch gegeben. Fünf Minuten nach Beendigung der letzten Übungseinheit fand zunächst ein früher Retentions- und Transfertest statt; eine Woche darauf folgte eine späte Testphase. Der Retentionstest sah drei Versuche jeder Bewegungsfertigkeit in geblockter Reihenfolge vor. Im Transfertest mussten die Vpn eine aus den drei Fertigkeiten zusammengesetzte Bewegungsfolge (Rondat – Rolle rückwärts in den Handstand – Handstützüberschlag vorwärts) realisieren.

Abhängige Variablen

Die Übungs-, Retentions- und Transfersversuche der Vpn wurden mit einer Videokamera aufgezeichnet und von zwei Experten unabhängig voneinander bewertet. Das Bewertungssystem unterschied für jede der drei Fertigkeiten zwischen einem Formkriterium (bei der Rolle rückwärts in den Handstand z.B. die Vollständigkeit der Körperstreckung) und mehreren Funktionskriterien (bei der Rolle rückwärts z.B. Timing und Dynamik der Hüftstreckung). Maximal waren 20 Punkte zu erreichen. Die Interrater-Objektivität betrug $r = .92$. Desweiteren erhoben wir mittels Fragebogen mehrmals im Übungsverlauf die Emotionen und Selbstwirksamkeitsüberzeugungen der Vpn. Die Daten wurden varianzanalytisch ausgewertet. Einzelanalysen erfolgten mit dem Wilcoxon-Test.

4 Ergebnisse

Im folgenden werden nur die Ergebnisse zu den Bewegungsleistungen der Vpn dargestellt. Abb. 1 zeigt, dass sich die Ausführung der Rolle rückwärts in beiden Gruppen verbessert. Diese Entwicklung ist hochsignifikant, $F_{(2,94)} = 44.38$, $p < .001$. Da sich die geblockt übende Gruppe kontinuierlich verbessert und die randomisiert übende Gruppe in der zweiten Hälfte der Übungsphase nur noch geringe Leistungssteigerungen erreicht, ergibt sich des Weiteren eine signifikante Interaktion von Zeit und Gruppe, $F_{(2,94)} = 5.04$, $p < .01$. Erwartungsgemäß zeigen die geblockt übenden Vpn in der Übungsphase insgesamt bessere Leistungen als die randomisiert übenden Vpn, $F_{(1,47)} = 5.49$, $p < .05$. Vergleicht man die Leistungen in der ersten Übungseinheit mit denen im frühen Retentionstest, so zeigt sich eine signifikante Interaktion von Zeit und Gruppe, $F_{(1,47)} = 4.88$, $p < .05$. Einzelanalysen belegen, dass sich die randomisiert übende Gruppe verbessert, $z = -3.11$, $p < .01$, nicht aber die geblockt übende Gruppe, $z = -1.05$, $p > .05$.

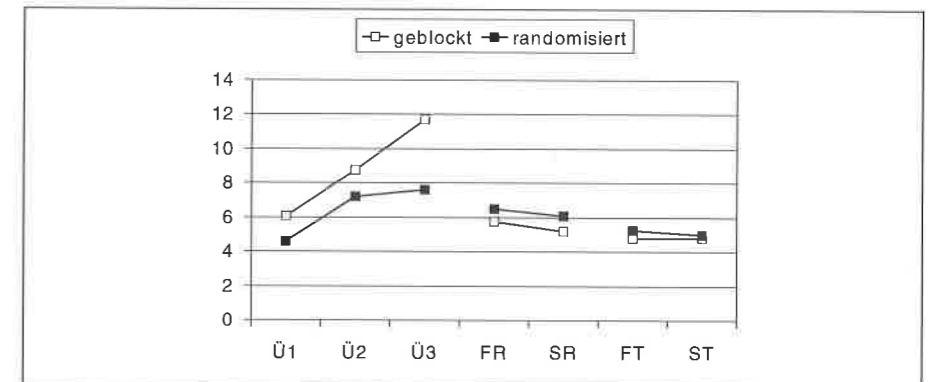


Abb. 1. Leistungsentwicklung bei der Rolle rückwärts in den Handstand bei geblockter und randomisierter Übungsreihenfolge (Ü = Übungseinheit, FR = frühe Retention, SR = späte Retention, FT = früher Transfer, ST = später Transfer).

Abb. 2 gibt die Leistungsentwicklung für den Rondat wieder. Beide Versuchsgruppen verbessern sich im Verlauf der Übungsphase, $F_{(2,94)} = 7.80, p < .001$. Insgesamt zeigt die geblockt übende Gruppe erneut signifikant bessere Leistungen als die randomisiert übende Gruppe, $F_{(1,47)} = 4.91, p < .05$. Im Gegensatz zur Rolle rückwärts in den Handstand ist hier auch insgesamt eine Verbesserung der Leistung vom Beginn der Übungsphase zum frühen Retentionstest zu beobachten, $F_{(1,47)} = 12.23, p < .01$, jedoch zeigen eine erneut signifikante Interaktion, $F_{(1,47)} = 8.73, p < .01$ und der post hoc durchgeführte Wilcoxon-Test an, dass dieser Zeiteffekt allein auf die randomisierte Gruppe zurückzuführen ist., $z = -3.56, p < .001$.

Beim Handstützüberschlag (Abb. 3) ergeben sich für die Übungsphase ebenfalls Veränderungen über die Zeit, $F_{(2,94)} = 4.08, p < .05$. Die Leistungseinbußen in der zweiten Hälfte der Übungsphase sind als methodisches Artefakt zu werten; diese Fertigkeit wurde zu Beginn der Übungsphase unter vereinfachten Bedingungen geübt. Weitere Effekte treten während des Übens nicht auf. Die Leistungsentwicklung von der ersten Übungseinheit zur frühen Retention ist wiederum gruppenspezifisch, $F_{(1,47)} = 14.01, p < .001$. Die randomisiert übende Gruppe verbessert sich, $z = -2.82, p < .01$, während sich für die geblockt übende Gruppe ein Trend in Richtung Leistungsminderung ergibt, $z = -1.69, p < .10$.

5 Diskussion

In Übereinstimmung mit der bisherigen Kontext-Interferenz-Forschung erreichten die geblockt übenden Vpn in der Übungsphase in zwei der drei betrachteten Fertigkeiten bessere Leistungen als die unter randomisierten Bedingungen übende Gruppe. Die weitere Leistungsentwicklung zeigt jedoch eindeutig, dass dieser Effekt des geblockten Übens nicht stabil ist; teilweise sanken die frühen Retentionsleistungen dieser Gruppe sogar unter das Leistungsniveau ab, das bereits in der ersten Übungseinheit erreicht worden war. Es kann daher nur von einem *Leistungseffekt* des geblockten Übens, nicht aber von einem *Lerneffekt* gesprochen werden. Das randomisierte Üben führte demgegenüber zu schwächeren Leistungsanstiegen, die sich aber im frühen Retentionstest als stabil erwiesen. Das Leistungsniveau in dieser Testphase lag eindeutig über den frühen Übungsleistungen. Dieser Lerneffekt blieb bis auf eine Ausnahme (Handstützüberschlag) auch im späten Retentionstest erhalten.

Insgesamt trat somit die erwartete Umkehrung ein: Üben in geblockter Reihenfolge rief starke Leistungseffekte, aber schwache bzw. gar keine Lerneffekte hervor, während randomisiertes Üben geringe Leistungs-, aber starke Lerneffekte verursachte. Die relativ schwache Ausprägung des Kontext-Interferenz-Effekts (nur beim Handstützüberschlag zeigten die randomisiert übenden Vpn signifikant bessere Leistungen als die geblockt übenden Vpn, $z = -2.21, p < .05$) könnte darauf zurückzuführen sein, dass der Übungsumfang nicht ausgereicht hat, um bei hoher Kontext-Interferenz eine ausreichende Stabilisierung der Fertigkeiten zu erreichen. Darauf weisen auch die Leistungseinbußen im späten Retentionstest hin. In einer Metaanalyse zum

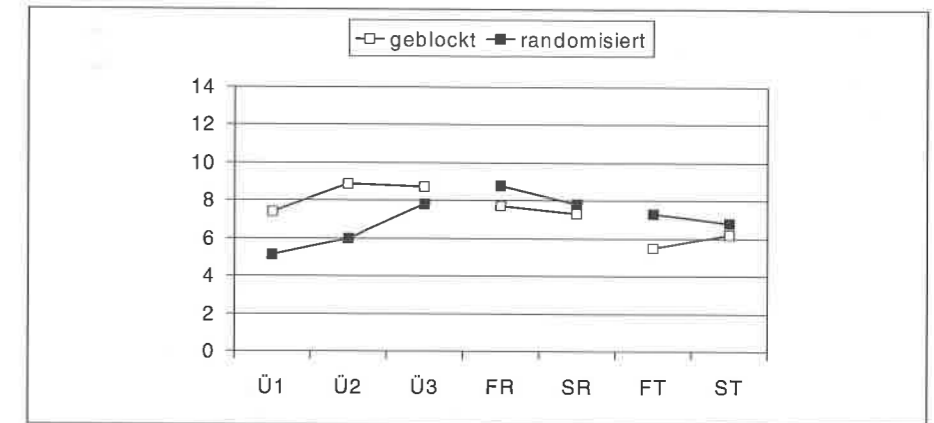


Abb. 2. Leistungsentwicklung beim Rondat bei geblockter und randomisierter Übungsreihenfolge (Ü = Übungseinheit, FR = frühe Retention, SR = späte Retention, FT = früher Transfer, ST = später Transfer).

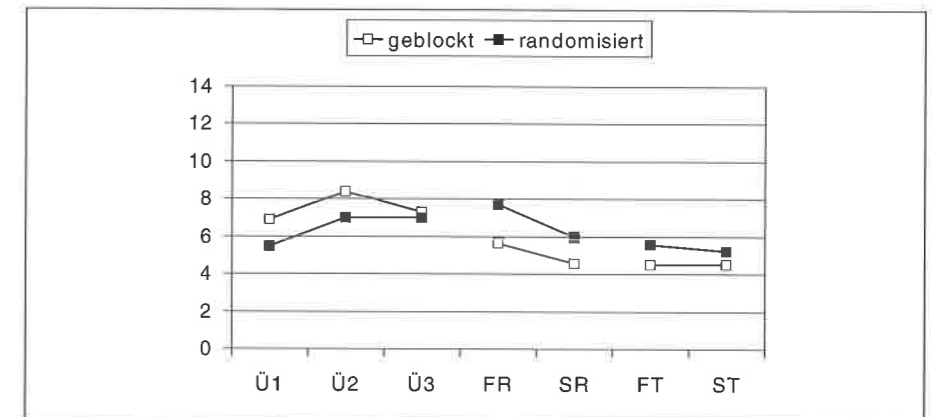


Abb. 3. Leistungsentwicklung beim Handstützüberschlag bei geblockter und randomisierter Übungsreihenfolge (Ü = Übungseinheit, FR = frühe Retention, SR = späte Retention, FT = früher Transfer, ST = später Transfer).

Effekt niedriger Feedbackfrequenzen, der in der Literatur ebenfalls als Umkehreffekt beschrieben wird, zeigte sich, dass dieser bei hohen Übungsumfängen besonders deutlich auftritt (Marschall, Wiemeyer & Bund, under review). Insgesamt fügen sich die hier berichteten Resultate gut in das Bild anderer Untersuchungen ein, in denen ebenfalls Sportbewegungen verwendet wurden (Überblick: Wiemeyer, 1998).

Literatur

- Battig, W.F. (1979). Facilitation and interference. In E.A. Bilodeau (ed.), *Acquisition of skill* (S. 215-244). New York: Academic Press.
- French, K.E., Rink, J.E., & Werner, P.H. (1990). Effects of contextual interference on retention of three volleyball skills. *Perceptual and Motor Skills*, 71, 179-186.
- Goode, S.L. & Magill, R.A. (1986). Contextual interference effects in learning three badminton serves. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 57, 308-314.
- Magill, R.A. & Hall, K.G. (1990). A review of the contextual interference effect in motor skill acquisition. *Human Movement Science*, 9, 241-289.
- Marschall, F., Wiemeyer, J., & Bund, A. (under review). Does frequent augmented feedback really degrade learning? A meta-analysis. *Research Quarterly for Exercise and Sport*.
- Lee, T.D. & Magill, R.A. (1983). The locus of contextual interference in motor skill acquisition. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 9, 730-746.
- Lee, T.D., Swinnen, S.P., & Serrien, D.J. (1994). Cognitive effort and motor learning. *Quest*, 46, 328-344.
- Shea, J.B. & Morgan, R.L. (1979). Contextual interference effects on the acquisition, retention, and transfer of a motor skill. *Journal of Experimental Psychology: Human Learning, and Memory*, 5, 179-187.
- Vickers, J.N. (1994). Psychological research in sport pedagogy: Exploring the reversal effect. *Sport Science Review*, 3, 28-40.
- Wiemeyer, J. (1998). Schlecht üben, um gut zu lernen? Narrativer und meta-analytischer Überblick zum Kontext-Interferenz-Effekt. *psychologie und sport*, 5, 82-105.
- Wrisberg, C.A. & Liu, Z. (1991). The effect of contextual interference variety on the practice, retention, and transfer of an applied motor skill. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 62, 406-412.
- Wulf, G. & Schmidt, R.A. (1994). Contextual interference effects in motor learning: Evaluating a KR-usefulness hypothesis. In J.R. Nitsch & R. Seiler (Hrsg.), *Bewegung und Sport. Psychologische Grundlagen und Wirkungen. Vol. 2: Bewegungsregulation und motorisches Lernen* (S. 304-309). Sankt Augustin: Academia.
- Wulf, G., Lee, T.D., & Schmidt, R.A. (1996). *A motivational hypothesis for contextual interference effects*. Unveröffentlichtes Manuskript. München: MPI für psychologische Forschung.

Nicht-bewusste Reizverarbeitung bei Fechtern und „Normalpersonen“

In Spiel- und Zweikampfsportarten, wie z.B. Tischtennis oder Fechten, werden den Athleten Reaktionshandlungen unter hohem Zeitdruck abgefordert. Es handelt sich hierbei um Reiz-Reaktionsleistungen, bei denen die auslösenden visuellen Reize oder Reizkonfigurationen von den Reagierenden meist nicht benannt werden können. Sofern genetische Anlagen ausgeschlossen werden können, ist zu vermuten, dass die zugrunde liegenden Reiz-Reaktionsleistungen erlernt sind. Wie lassen sich diese Reiz-Reaktionsleistungen erklären und wodurch werden sie beeinflusst?

Zur Untersuchung dieser Frage wird der in der Kognitionspsychologie etablierte Begriff des Primings (z.B. Tulving & Schacter, 1990) im Folgenden auf motorische Leistungen übertragen und als „Bewegungspriming“ bezeichnet. Gemäß der Theorie des Primings wirkt sich eine frühere Verarbeitung von Reizen bahndend auf die aktuelle Verarbeitung aus. Dementsprechend würden beim Bewegungspriming wiederkehrende visuelle Reize bestimmter Bewegungsmerkmale in impliziten Lernprozessen in einem perzeptuellen Repräsentationssystem abgespeichert. Durch Wiederholungen werden Regeln über die Gesamtheit der Reize aufgebaut und bei erneuter Bewegungsausführung übergreifend genutzt (Perrig, 1996). Wahrscheinlich erwirbt der Lernende jedoch aufgrund der Komplexität der visuellen Reize keine umfassenden Kenntnisse über die zugrunde liegenden Regeln, obwohl partielles Wissen nicht völlig ausgeschlossen werden kann. Bei einer späteren Aktivierung dieser Repräsentationen werden die vorgebahnten motorischen Prozesse ausgelöst.

Befunde aus der experimentellen Wahrnehmungspsychologie deuten auf die Existenz von nicht-bewussten Bewegungsrepräsentationen hin (z.B. Johansson, 1987). Diese Experimente zeigen, dass Versuchspersonen in der Lage sind, menschliche und tierische Bewegungen anhand der Lichtspuren ausgewählter Körperpunkte zu identifizieren, ohne dabei die zur Identifikation genutzten Kriterien benennen zu können.

Als Grundlage für die Verarbeitung von nicht-bewussten visuellen Reizen oder Reizkonstellationen kann die Theorie von Milner und Goodale (1995) dienen. Dieser Theorie zufolge kann eine Verarbeitung visueller Reize ohne Aufbau einer bewussten Repräsentation über den dorsalen Verarbeitungsstrang in die motorischen Zentren überführt werden und dort motorische Reaktionen auslösen. Ebenso kann über den ventralen Verarbeitungsstrang der Aufbau einer bewussten Repräsentation erfolgen. Neumann (1989) und Neumann, Ansorge und Klotz (1998) integrierten diese Erkenntnisse in die Theorie der direkten Parameterspezifikation (DPS), die ebenfalls auf der funktionalen Zweiteilung des visuellen Systems in einen dorsalen und einen ventralen Verarbeitungsweg beruht und davon ausgeht, dass nicht alle Stränge des sensorischen Inputs bewusst sein müssen. Die DPS geht auf das von Wolff