



## ORIGINALBEITRAG

## WAHRNEHMUNGS-HANDLUNGS-KOPPLUNG BEIM TAKTISCHEN ENTSCHEIDUNGSTRAINING – EINE EXPLORATORISCHE STUDIE

NORBERT HAGEMANN<sup>1</sup>, SIMONE LOTZ<sup>1</sup>, & ROUWEN CAÑAL-BRULAND<sup>2</sup>

<sup>1</sup> INSTITUT FÜR SPORTWISSENSCHAFT, ARBEITSBEREICH SPORTPSYCHOLOGIE, WESTFÄLISCHE WILHELMS-UNIVERSITÄT MÜNSTER, <sup>2</sup> RESEARCH INSTITUTE MOVE, FACULTY OF HUMAN MOVEMENT SCIENCES, VU UNIVERSITY AMSTERDAM, THE NETHERLANDS

*Das erfolgreiche Bewältigen von taktischen Entscheidungssituationen im Sport erfordert von den beteiligten Akteuren eine Auswahl der relevanten visuellen Merkmale und eine nahezu zeitsynchrone Planung einer motorischen Reaktion. Mit dieser Studie sollte exploratorisch untersucht werden, ob ein videobasiertes Trainingsprogramm mit einer Kopplung von Wahrnehmung und Handlung bei einer 3:2-Taktiksituation im Fußball zu besseren Entscheidungsleistungen beiträgt als ein Wahrnehmungstrainingsprogramm am Computer. Jugendliche Fußballspieler N = 41 mussten zu drei Messzeitpunkten einen taktischen Entscheidungstest vor einer Großbildleinwand absolvieren. Bei diesem Test mussten die Pbn bei 51 Videosequenzen so schnell wie möglich entscheiden, welche die beste Lösung in der jeweiligen Situation darstellt und diese verbunden mit einer motorischen Reaktion markieren (Ballschuss gegen einen von drei Kästen). Es konnte ermittelt werden, dass im Vergleich zur Kontrollgruppe (n = 12) sowohl die Wahrnehmungs-Handlungs-Trainingsgruppe (n = 12) als auch die Wahrnehmungstrainingsgruppe (n = 17) ihre Entscheidung in allen drei Leistungsmaßen (Reaktionszeit, Entscheidungsqualität und Bewegungszeit) verbessern konnten. Die nicht signifikanten Verbesserungen der Wahrnehmungstrainingsgruppe in der Reaktionszeit werden vor dem Hintergrund der Entwicklung von Wahrnehmungs-Handlungs-Kopplungen mit unterschiedlichen Reaktionsalternativen diskutiert.*

Schlüsselwörter: Taktik, Entscheidung, Training

*For successful tactical decision making in sport athletes need to selectively extract relevant visual cues and have to prepare their motor response nearly at the same time. The aim of this exploratory study was to examine if video-based tactical training combined with sport-specific motor responses leads to better tactical decisions (offensive 3-on-2 situations) than a video-training on a computer without these sport-specific responses. Male junior soccer players N = 41 participated three times (pre, post, retention) in a tactical decision-making test in front of a big screen. Subjects had to decide for the best solution as fast as possible by kicking the ball at one of three targets. The results show that, in comparison to the control group (n = 12), the perception-action coupling group (n = 12) as well as the perception group (n = 17) increased their performances (response times, accuracy and movement times). The non significant improvements of the perception group are discussed in regard to the development of perception-action couplings with different response types.*

Key words: tactics, decision-making, training

### Einleitung

Taktische Entscheidungen sind ein wesentliches Element in den Sportarten (vgl. im Überblick, Ripoll, 1991). Nur durch schnelle situationsangemessene Entscheidungen können die Spieler den Spielverlauf positiv gestalten. Die Schwierigkeit beim Treffen von taktischen Entscheidungen in den Sportspielen liegt zum einen in der Komplexität der Spielsituation (Anzahl der beteiligten Spieler) und zum anderen im Zeitdruck (vgl. Roth, 2005; Tenenbaum & Bar-Eli, 1993). Zahlreiche Studien aus der Expertiseforschung belegen, dass die Qualität der Entscheidung in erheblichem Maß vom Leistungsniveau der beteiligten Spieler abhängt (vgl. im Überblick, McMorris & Graydon, 1997; zur individualtaktischen Leistungsdiagnostik, vgl. Memmert & Roth, 2003).

Beispielsweise konnten Helsen und Pauwels (1993) Unterschiede im taktischen Entscheidungsverhalten von unterschiedlich erfahrenen Fußballspielern nachweisen (n = 15 Amateurspielern und n = 15 Sportstudierenden). Sie entwickelten einen videobasierten Taktiktest, bei dem sie reale Spielsituationen nachstellten. Die Kameraposition repräsentierte den typischen Blickwinkel eines beteiligten Spielers (vgl. auch Helsen & Pauwels, 1988). Die Probanden hatten die Aufgabe, sobald der Ball zu ihnen (d. h. der Kamera) gespielt wurde, so schnell und genau wie möglich zu entscheiden, welche die beste Handlungslösung der Situation darstellt (Schuss auf das Tor, Dribbling oder Pass). Es konnte gezeigt werden, dass die Experten schnellere Reaktions- und Bewegungszeiten aufweisen und dabei auch mehr richtige Entscheidungen treffen.

Auf der Basis der Rubikontheorie der Handlungsphasen von Heckhausen analysierte Höner (2005) mittels Blickbewegungsregistrierung Entscheidungssituationen im Fußball. Er nutzte einen Labortest, bei dem taktische Entscheidungssituationen im Angriff (3:3 und 3:2) auf eine

#### Korrespondenzadresse:

Norbert Hagemann (nhagemann@uni-muenster.de)  
Institut für Sportwissenschaft,  
Westfälische Wilhelms-Universität Münster,  
Horstmarer Landweg 62b,  
48149 Münster



#### E-Journal Bewegung und Training

Offizielles Organ der Sektionen Biomechanik,  
Sportmotorik und Trainingswissenschaft in  
der Deutschen Vereinigung für  
Sportwissenschaft  
ISSN 1612-5770

Leinwand projiziert wurden. Die Probanden hatten die Aufgabe, aus der Perspektive des ballführenden Angreifers zu entscheiden, welche Passoption die beste sei. 65 Jugendnationalspieler und 43 Vereinsspieler (Kreisliganiveau) in zwei Altersklassen (U15 und U17) nahmen an der Untersuchung teil. Höner konnte sowohl Unterschiede bzgl. des Experteniveaus als auch Unterschiede zwischen Spielpositionen bei der Qualität der getroffenen Entscheidung nachweisen (vgl. auch Höner, 2006).

Diese nachweislich besseren Entscheidungsleistungen der erfahrenen Spieler werden begleitet durch Fähigkeitsausprägungen, die auf grundlegende perzeptive und kognitive Unterschiede zwischen Experten und Novizen hindeuten (Williams, Ward & Smeeton, 2004). Aus einer deskriptiven Perspektive lässt sich hier zusammenfassend festhalten, dass Experten bessere taktische Vorhersageleistungen (z. B. Williams & Davids, 1998), bessere Antizipationsleistungen von Schlag- oder Schussbewegungen (z. B. Hagemann & Strauß, 2006) und an die Situation angepasste Blickbewegungsmuster (z. B. Williams & Davids, 1998) aufweisen. Außerdem drückt sich die Expertise auch in einem schnelleren Entdecken von Objekten (z. B. dem Ball) in einer sportlichen Szene (z. B. Allard & Starkes, 1980), besseren sportartspezifischen Gedächtnisleistungen (z. B. Williams & Davids, 1995), geringeren Veränderungen im Wahrnehmungsprozess unter Stressbedingungen (z. B. Williams & Elliot, 1999), geringeren Leistungseinbußen bei Doppelaufgaben (z. B. Rowe & McKenna, 2001) und der Nutzung von situativen Wahrscheinlichkeiten (z. B. Abernethy, Gill, Parks & Packer, 2001) aus. Trotz einiger normativer Ansätze zur Bestimmung der psychologischen Grundlagen von Entscheidungsprozessen (z. B. Höner, 2005; Raab, 2002a, 2002b) sind die Wechselwirkungen der beteiligten Faktoren noch weitestgehend ungeklärt (vgl. auch Johnson, 2006).

Aus einer kognitionspsychologischen Sicht (für eine ökologische Perspektive, vgl. Araújo, Davids & Hristovski, 2006) beruhen diese Experten-Novizen-Unterschiede im Wesentlichen auf Wissensunterschieden bzgl. der spezifischen sportlichen Situationen, wodurch die Experten eine sicherere Vorhersage bzgl. des gegnerischen Verhaltens abgeben können (vgl. für einen Überblick über Perspektiven der Urteils- und Entscheidungsforschung im Sport, Bar-Eli & Raab, 2006). "These "knowledge structures", built up as a result of experience, direct players' visual display based on their expectations (i.e. knowledge of situational probabilities) and the more effective processing of contextual information (e.g. pattern recognition, advance cue utilization)" (Williams, 2000, p. 738).

### *Trainingsstudien zur Verbesserung der perzeptiven und kognitiven Grundlagen von Entscheidungsprozessen in einem sportbezogenen Kontext*

In den letzten Jahren ist das Interesse an der Erforschung videobasierter Trainingsmöglichkeiten perzeptiver und kognitiver Komponenten in Sportkontexten gewachsen. Diese Entwicklung kann u. a. auf die Erkenntnis zurückgeführt werden, dass insbesondere in kognitiven und perzeptiven Bereichen vorhandene Ressourcen nur unzureichend trainiert und gefördert werden, wohingegen physische Komponenten wie Ausdauer, Kraft, Schnelligkeit etc. in vielen Bereichen aufgrund des intensiven Trainings und der damit verbundenen maximalen Ausschöpfung physischer Ressourcen kaum noch steigerungsfähig sind. Dies scheint insbesondere für Sportspiele relevant und zutreffend zu sein. Deshalb werden vor allem in Sportspielen Formen des videobasierten Wahrnehmungstrainings entwickelt, die zukünftig das praktische Training im Trainingsplan ergänzen sollen.

Formen des videobasierten Wahrnehmungstrainings wurden häufig in Rückschlagspielen (z. B. Tennis) entwickelt und eingesetzt (für einen Überblick vgl. Abernethy, Wann & Parks, 1998; Williams & Grant, 1999). Bei dieser Art der Trainings werden Spielszenen (z. B. Tennisaufschlag) aus der typischen Perspektive eines am Spiel Beteiligten (hier des Returnspielers) aufgenommen. Diese videographischen Aufzeichnungen werden dann den Versuchspersonen vorgespielt und mit verschiedenen Arten von Instruktionen und/oder Feedback kombiniert. Oft werden die Videos bei der Präsentation an einer bestimmten Stelle gestoppt und die Probanden müssen entscheiden, wie sich die Spielszene weiterentwickelt (z. B. durch Drücken einer bestimmten Taste).

Für taktische Entscheidungssituationen entwickelten beispielsweise Starkes und Lindley (1994) ein videobasiertes taktisches Entscheidungstraining für jugendliche Basketballspieler (Alter 16-19 Jahre). Bei diesem Training (6 Einheiten à 30 min) mussten sich die Probanden offensive Spielsituationen anschauen, die zu einem bestimmten Zeitpunkt stoppten und dann so schnell und so genau wie möglich entscheiden, welche Handlung der ballbesitzende Spieler ausführen würde (Wurf auf den Korb, Dribbling, Pass). Bei einem Prä-Posttest-Vergleich konnten Starkes und Lindley (1994) sowohl in der Reaktionszeit (verbale RT) als auch in der Entscheidungsgenauigkeit Vorteile der Trainingsgruppe im Vergleich zu einer Kontrollgruppe feststellen. Transfereffekte der Trainingsform in eine reale Spielsituation konnten nicht nachgewiesen werden.

### Wahrnehmungs-Handlungs-Kopplung

Aktuell wird die Frage diskutiert, inwieweit sich eine Kopplung eines visuellen Wahrnehmungstrainings mit der spezifischen motorischen Reaktion in der Trainingsphase (z. B. „Durchführung eines Tennsrückhandschlags“ im Vergleich zum „Tastendruck“) positiv auf die Leistung in Spielsituationen auswirkt. Die meisten visuellen Wahrnehmungstrainings verlangen von dem Lernenden lediglich eine Entscheidung, die in der Trainingssituation über Tastendruck, Mausclick oder verbale Äußerungen registriert wird. Diese Art der Reaktion entspricht nicht der realen Spielsituation, denn es wird die funktionale Verbindung von Wahrnehmung und motorischer Reaktion aufgehoben und es kommt zu einer artifiziellen Trennung der Wahrnehmungs- und Handlungs-Komponenten. Die Bedeutung dieser Verbindung wird aber in verschiedenen Theorien hervorgehoben. Aus Sicht der ökologischen Psychologie (E. J. Gibson, 1969; J. J. Gibson, 1979) beispielsweise ist diese Verbindung von Wahrnehmung und Handlung notwendig, um überhaupt multimodale (hier visuelle, auditive, kinästhetische) Invarianten in der Umwelt zu entdecken (vgl. Williams & Grant, 1999). Hier wird davon ausgegangen, dass nur ein Training der Wahrnehmung mit der entsprechenden funktionalen motorischen Reaktion funktionieren kann. Wird die funktionale Verbindung von den spezifischen visuellen und motorischen Aspekten in einer Lernsituation aufgehoben, resultiert zwangsläufig eine schlechtere Lernleistung.

Es gibt weitere Theorien, die einen stärkeren Leistungstransfer vorhersagen, je stärker sich die Testsituation und die Lernsituation ähneln. Hier lassen sich nach Williams und Grant (1999) z. B. das Prinzip der encoding specificity (Tulving & Thomson, 1973), das Konzept des transfer appropriate processings (Lee, 1988; Morris, Bransford & Franks, 1977) sowie die specificity of practice hypothesis (Proteau, 1992) anführen. Beispielsweise wird in dem Konzept des transfer appropriate processings davon ausgegangen, dass positiver Transfer dann resultiert, wenn Ähnlichkeiten bei der funktionalen Verarbeitung zwischen den beiden Situationen bestehen (Lee, 1988; Morris et al., 1977). „The concept of transfer-appropriateness emphasizes that practice conditions that promote a particular type of processing during acquisition trials will facilitate transfer to the extent that these processing activities are also encouraged during the transfer trials“ (Lee, 1988, p. 203).

Die Bedeutung der Wahrnehmungs-Handlungs-Kopplung für sportliche Entscheidungssituationen wird in der Untersuchung von Farrow und Abernethy (2003, Experiment 1) deutlich. Sie untersuchten die Unterschiede zwischen gekoppelten und ungekoppelten Reaktionen von Tennisspielern auf 120 Tennisaufschläge. Bei gekoppelten Reaktionen mussten die Probanden einen realen Aufschlagreturn auf 60 Aufschläge eines Tennisspielers durchführen. Die unge-

koppelten Reaktionen wurden durch eine verbale Antwort erzeugt. Durch die Nutzung von Flüssigkeitskristall-Brillen konnte die Zeitspanne der sichtbaren Informationen des Aufschlages manuell variiert werden. Durch diese progressive zeitliche Verschlussstechnik<sup>1</sup> konnte die Abhängigkeit der spezifischen Reaktion von zur Verfügung stehenden Informationen zu unterschiedlichen Zeitpunkten ermittelt werden. Sowohl bei den Tennisexperten ( $n = 16$ ) als auch Novizen ( $n = 8$ ) wurde eine Interaktion zwischen Antwortart und Okklusionszeitpunkt in den Ergebnissen sichtbar. Wenn der Ballflug sichtbar war, konnte eine bessere Entscheidungsqualität in der gekoppelten Antwortbedingung festgestellt werden. Außerdem zeigte sich eine signifikante Interaktion zwischen Antwortbedingung und Expertiseniveau. Die Experten zeigten nur bessere Vorhersageleistungen als die Novizen in den gekoppelten Antwortbedingungen. In Experiment 2 von Farrow und Abernethy (2003) wurde die gleiche Aufgabe mit 32 Amateurspielern wiederholt. Auch hier konnte festgestellt werden, dass bei fast vollständig gesehenen Tennisaufschlägen (Okklusionszeitpunkt t5: der Aufschlag und der Ballflug sind bis zum Netz sichtbar) die Entscheidungsqualität von der geforderten Antwortart abhängig ist (gekoppelt besser als nicht gekoppelt).

Des Weiteren überprüften Farrow und Abernethy (2002) die Effekte eines 4-wöchigen Trainingsexperiments (implizites vs. explizites Wahrnehmungstraining) zur Vorhersage der Schlagrichtung von Tennisaufschlägen in einer realen Spielsituation. Als abhängige Variable im Prä- und Posttest nutzten sie die Genauigkeit der Vorhersage (Rückhandseite vs. Vorhandseite) anhand von gekoppelten (Durchführung eines realen Returns nach einem Tennisaufschlag) und ungekoppelten Reaktionen (verbale Antwort). Durch Variation der visuellen Beobachtungsdauer des Aufschlages (durch tragbare Flüssigkeitskristall-Brillen) konnte gezeigt werden, dass ein Unterschied zwischen der Genauigkeit der verbalen Antwort (ungekoppelt) und der realen Schlagbewegung (gekoppelt) nur in der t5-Bedingung (der Aufschlag und der Ballflug sind bis zum Netz sichtbar) besteht. Diese höhere Genauigkeit in der gekoppelten Bedingung trat sowohl bei der expliziten als auch impliziten Trainingsgruppe auf.

Williams, Ward, Smeeton und Allen (2004) untersuchten in einer Trainingsstudie zur Verbesserung des Aufschlagreturns im Tennis sowohl den Nutzen eines Wahrnehmungs- als auch den eines Wahrnehmungs-Handlungs-Trainings. Der Unterschied zwischen diesen Gruppen bestand darin, dass innerhalb eines 45-minütigen Wahrnehmungstrainings auf dem Tenniscourt die Wahrnehmungs-Handlungs-Trainingsgruppe mit der

<sup>1</sup> Zeitliche Verschlussstechnik wird auch als *temporal occlusion technique* bezeichnet und bedeutet, dass die Video-präsentation zu einem bestimmten Zeitpunkt abbricht (vgl. im Überblick Cañal-Bruland, Hagemann & Strauß, 2006). Bei der progressiven *temporal occlusion technique* werden unterschiedlich lange Videosequenzen in ein Versuchsdesign integriert.

Returntechnik auf reale Aufschläge reagieren konnte, wohingegen von der Wahrnehmungstrainingsgruppe nur verbale Antworten bzgl. der Richtung des Aufschlages gefordert waren. Es zeigte sich, dass sich die Wahrnehmungs-Handlungs-Trainingsgruppe von Prä- zu Posttest um 439.2 ms verbessern konnte. Obwohl sich die Wahrnehmungstrainingsgruppe nur um 328.6 ms verbesserte, konnte keine signifikante Interaktion zwischen den Gruppen über die Zeit festgestellt werden.

### Forschungsfrage

Aufgrund der theoretischen Überlegungen und den bisherigen Untersuchungen in den Rückschlagspielen wird von einer engen Verbindung von Wahrnehmung und Handlung auch in taktischen Entscheidungssituationen in Mannschaftssportarten ausgegangen. Aufgrund der Ähnlichkeit zwischen Enkodierung und Abrufsituation sowie des postulierten Zusammenhangs zwischen Wahrnehmung und Handlung kann deshalb vermutet werden, dass Trainingsinterventionen, die eine Kopplung von Wahrnehmung und Handlung nutzen, einen deutlichen Leistungsvorteil gegenüber Trainingsinterventionen ohne spezifische Kopplung erzeugen (z. B. Trainingsinterventionen am Computer, die nur einen Tastendruck erfordern). Mit dieser Studie sollte überprüft werden, ob videobasiertes taktisches Entscheidungstraining mit Wahrnehmungs-Handlungs-Kopplung zu einer besseren Entscheidungsleistung führt als ein Training ohne spezifische Wahrnehmungs-Handlungs-Kopplung.

### Methode

#### Stichprobe

Insgesamt haben  $N = 41$  männliche Jugendfußballspieler aus drei Mannschaften (eine A- und zwei B-Jugendmannschaften) im Alter von 15 bis 18 Jahren am Experiment teilgenommen. Die Probanden, die ein Trainingsprogramm absolvierten, wurden randomisiert einer der beiden Trainingsgruppen zugeteilt. Die *Kontrollgruppe* ( $n = 12$ ) bildete eine der beiden B-Jugendmannschaften, deren Spieler im Mittel  $M = 15.27$  ( $SD = 0.47$ ) Jahre alt waren und seit  $M = 7.41$  ( $SD = 3.04$ ) Jahren Fußball spielten. Die Probanden der *Wahrnehmungs-Handlungs-Trainingsgruppe* ( $n = 12$ ) waren im Durchschnitt  $M = 16.41$  ( $SD = 1.16$ ) Jahre alt und spielten seit  $M = 9.42$  ( $SD = 3.55$ ) Jahren Fußball. Die Jugendlichen der *Wahrnehmungstrainingsgruppe* ( $n = 17$ ) waren im Durchschnitt  $M = 16.52$  ( $SD = 0.87$ ) Jahre alt und spielten seit  $M = 11.03$  ( $SD = 1.87$ ) Jahren Fußball. Insgesamt bevorzugten 9 Personen (22 %) den linken Fuß zum Schießen des Balles (Selbstauskunft). Alle Probanden absolvierten zu drei unterschiedlichen Zeitpunkten einen taktischen Entscheidungstest (Prä-, Post- und Retentionstest).



Abbildung 1: Experimenteller Aufbau des Taktiktests vor der Leinwand. Im vorderen Bereich erkennt man die drei Kontaktmatten. Die drei Kästen symbolisieren die drei möglichen Handlungsoptionen (Kasten links: Pass zum Spieler links; Kasten rechts: Pass zum Spieler rechts, Kasten in der Mitte: Dribbling).

### Taktiktest

Für die Annäherung an eine reale Spielsituation bot sich die Nutzung einer Großleinwand an. Der Test bestand aus 51 unterschiedlichen Videosequenzen, die randomisiert auf einer 324 cm x 356 cm großen Cinefold Rückprojektionsleinwand präsentiert wurden (sichtbare Diagonale 3.38 m, vgl. Abbildung 1).

Dieser videobasierte Test erforderte von den Versuchspersonen, sich 3:2-Offensiv-Situationen auf der Leinwand anzuschauen und so schnell wie möglich aus der Perspektive des dritten und in Ballbesitz gekommenen Angreifers die taktisch richtige Entscheidung zu treffen. Die Versuchspersonen wählten dabei aus drei Handlungsoptionen aus, zu denen das Anspiel des Angreifers A, das Anspiel des Angreifers B oder das eigene Dribbling Richtung Tor zählten. Die Probanden standen dabei auf zwei parallel angeordneten Kontaktmatten in einer Entfernung von 4.25 m vor der Leinwand. Sobald sie eine Entscheidung getroffen hatten, mussten sie einen Schritt nach vorn machen und einen Ball gegen einen von drei Kästen im Abstand von 2.47 m schießen. Dabei bedeutete der Schuss nach links „Anspiel des linken Angreifers“, der Schuss nach rechts „Anspiel des rechten Angreifers“ und der Schuss auf den mittleren Kasten „Dribbling auf das Tor“. Das Anheben des Fußes bzw. der Schritt nach vorn hatten dabei keinen Einfluss auf die Videopräsentation.

Bei den Videosequenzen handelte es sich um Aufnahmen von B-Jugendspielern, die in der Untersuchung von Cañal-Bruland, Hagemann und Strauß (2005) genutzt wurden. Dabei wurden vier gruppentaktische Maßnahmen ausgewählt, zu denen das Kreuzen, das Freilaufen vom Gegenspieler, das Entgegenkommen und Abbrechen der Angreifer (als Form einer Lauftäuschung) und das Hinterlaufen zählten. Die Videosequenzen wurden im Vorfeld von zwei A-Lizenz-Inhabern hinsichtlich der besten Entscheidungsalternative bewertet. Nur

die Videos wurden ausgewählt, bei denen beide Rater zum gleichen Urteil gekommen sind. Die Videosequenzen waren im Durchschnitt 5027 ms lang. Als abhängige Variablen wurden die durchschnittliche Reaktionszeit (Zeit von Beginn der Videosequenz bis zum Abheben des ersten Beines von der Kontaktmatte), die gesamte Bewegungszeit (Zeit vom Abheben des ersten Beines bis zum Abheben des zweiten Beines - des Schussbeines) und die durchschnittliche Entscheidungsqualität (Anzahl der richtigen Entscheidungen) erhoben (vgl. Kontaktmatten in Abbildung 1).

### Treatment

**Wahrnehmungs-Handlungs-Trainingsgruppe** (WHT-Gruppe): Diese Gruppe absolvierte vor der Leinwand nach dem Prätest 3 Trainingseinheiten mit 70 unterschiedlichen Videosequenzen, die noch nicht im Taktiktest gezeigt wurden. Die Probanden hatten die Aufgabe, nach dem Treffen einer Entscheidung den Ball gegen einen der drei Kästen zu schießen. Im Gegensatz zum Prätest bekamen die Probanden Feedback in Form von Videoclips. Bei den Feedbackclips handelte es sich um die Fortsetzung des jeweils gleichen Videos ab dem Zeitpunkt des Abbruchs bis zur Darstellung der korrekten Lösung der Sequenz. Das Feedbackvideo wurde 2 Sekunden nach dem Ende des ersten Videos gestartet. Das Training dauerte pro Person 20 bis 25 Minuten und umfasste insgesamt 210 Trainings- und 210 Feedbackvideoclips.

**Wahrnehmungstrainingsgruppe** (WT-Gruppe): Diese Gruppe trainierte im Gegensatz zur Wahrnehmungs-Handlungs-Trainingsgruppe vor einem 17-Zoll-Computerbildschirm. Diese Probanden haben im vergleichbaren Zeitrahmen dieselben Videosequenzen betrachtet und mussten ihre Entscheidung per Tastendruck abgeben. Auch diese Probanden bekamen Feedbacksequenzen präsentiert. Ebenso wurde dieses Trainingsprogramm zwischen Prä- und Posttest dreimal durchgeführt und dauerte pro Person 15 bis 20 Minuten.

**Kontrollgruppe:** Diese Gruppe absolvierte kein Training und wurde nur für den Prä-, Post- und Retentionstest herangezogen. Im Gegensatz zu den beiden Trainingsgruppen, bei denen die Zuordnung durch Parallelisieren stattgefunden hat, setzte sich diese Gruppe aus einer bestehenden Jugendmannschaft zusammen.

Die Test- und Trainingssitzungen der WHT- und WT-Gruppe wurden parallel zum normalen Vereinstraining der A- und B-Jugendmannschaft durchgeführt. Da die Trainingssitzungen in drei aufeinander folgenden Wochen stattfanden, lagen zwischen Prä- und Posttest in der WT-Gruppe durchschnittlich  $M = 28.47$  ( $SD = 6.86$ ) Tage und bei der WHT-Gruppe  $M = 29.42$  ( $SD = 4.32$ ) Tage (Kontrollgruppe  $M = 11.75$ ;  $SD = 6.73$  Tage). Der Retentionstest erfolgte bei der WT-Gruppe durchschnittlich  $M = 11.08$  ( $SD = 5.25$ ) Tage und bei der WHT-Gruppe  $M = 9.75$  ( $SD = 5.82$ ) Tage nach dem Posttest (Kontrollgruppe  $M = 5.83$ ;  $SD = 3.01$  Tage). Zwischen den beiden Trainingsgruppen

lassen sich keine Unterschiede in der Länge des Zeitraums feststellen (beide  $p > .53$ ;  $1-\beta < .09$ ). Unterschiede lassen sich jedoch beim Vergleich der Trainingsgruppen mit der Kontrollgruppe feststellen (alle  $p < .05$ ). Die gemittelten Werte der Daten, die bzgl. der drei abhängigen Variablen (Reaktionszeit, Bewegungszeit und Entscheidungsgenauigkeit) ermittelt wurden, gingen in Varianzanalysen mit Messwiederholung ein. Mittels des Kolmogorov-Smirnov-Anpassungstests konnte ermittelt werden, dass alle abhängigen Variablen annähernd normalverteilt sind. Darüber hinaus konnte eine Prüfung der Varianzhomogenität im Prä-, Post- und Retentionstest mit dem Levene-Test bestätigen, dass die Varianzen aller abhängigen Variablen zwischen den drei Gruppen homogen sind (mit einer Ausnahme im Posttest für Entscheidungsgenauigkeit). Bei Verletzung der Sphärizität werden die korrigierten  $p$ -Werte nach der Greenhouse-Geisser-Korrektur angegeben. Da es sich um eine exploratorische Studie handelt, wird keine  $\alpha$ -Fehler-Adjustierung vorgenommen, und das Signifikanzniveau wird auf  $\alpha = .05$  festgelegt. Als Maß für die Effektgröße wird  $\eta_p^2$  herangezogen. Außerdem werden Teststärken berichtet, um die Bedeutung von nicht signifikanten Ergebnissen einschätzen zu können.

### Ergebnisse

Durch den Versuchsaufbau waren die Probanden gezwungen, mit dem rechten Fuß den Ball gegen jeweils einen der drei Kästen zu schießen. Da nicht alle Probanden Rechtsfüßer waren, wurde vorab geprüft, ob sich die Häufigkeiten zwischen den Gruppen gleich verteilen. Mit dem Chi-Quadrat-Test nach Pearson konnte kein Unterschied zwischen den Gruppen festgestellt werden,  $\chi^2(2, N = 40) = .82$ ,  $p = .66$ ,  $1-\beta = .11$ . Außerdem wurde geprüft, ob sich die Bewegungszeiten und die Schusszeiten (Abheben des rechten Beines bis Kontakt des Balles am Kasten) hinsichtlich der Position der drei Kästen unterscheiden. Für alle drei Messzeitpunkte konnten weder in der Bewegungszeit noch in der Schusszeit Unterschiede zwischen den Positionen festgestellt werden (alle  $p > .05$ ,  $1-\beta > .11$  und  $< .52$ ).

**Reaktionszeit:** Eine 3 (Gruppe)  $\times$  3 (Messzeitpunkt) faktorielle Varianzanalyse mit Messwiederholung zeigte eine signifikante Interaktion Gruppe\*Zeit ( $F [4, 76] = 3.90$ ,  $p = .01$ ,  $\eta_p^2 = .17$ ,  $1-\beta = .81$ ) sowie einen signifikanten Haupteffekt Messzeitpunkt ( $F [2, 76] = 4.01$ ,  $p = .03$ ,  $\eta_p^2 = .10$ ,  $1-\beta = .62$ ) (vgl. Abbildung 2). Einfaktorielle Varianzanalysen konnten zeigen, dass die Wahrnehmungs-Handlungs-Trainingsgruppe ihre Reaktionszeiten über die drei Messzeitpunkte signifikant reduzieren konnte ( $F [2, 22] = 5.51$ ,  $p = .01$ ,  $\eta_p^2 = .33$ ,  $1-\beta = .80$ ). Eine Post-hoc-Analyse mit dem Bonferroni-Test zeigte zwischen dem Post- und Retentionstest ( $p = .04$ ) und zwischen dem Prä- und Retentionstest ( $p = .03$ ) einen signifikanten Unterschied. Bei der Wahrnehmungsgruppe konnte keine signifikante Verbesserung festgestellt werden ( $F [2, 32] = 2.46$ ,  $p = .12$ ,  $1-\beta = .37$ ). Bei

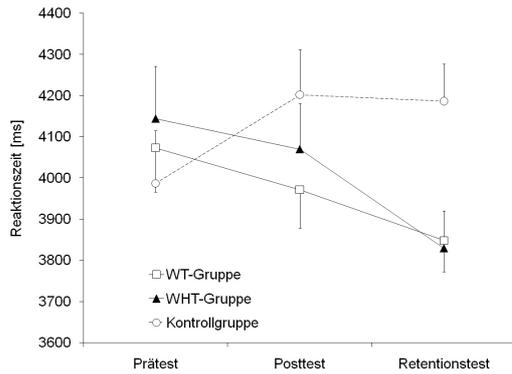


Abbildung 2: Durchschnittliche Reaktionszeiten der drei Untersuchungsgruppen nach Beginn der Videopräsentation in ms zum Prä-, Post- und Retentionstest.

der Kontrollgruppe zeigte sich eine Verschlechterung in der Reaktionszeit ( $F [2, 22] = 5.48, p = .03, \eta_p^2 = .33, 1-\beta = .60$ ). Die Post-hoc-Analyse zeigte hier, dass dies auf die Verlangsamung der Reaktionszeit zwischen dem Prä- und Posttest zurückzuführen ist ( $p = .002$ ). Beim Vergleich der beiden Trainingsgruppen über die Zeit konnte keine Interaktion ermittelt werden ( $F [2, 54] = 0.77, p = .43, 1-\beta = .16$ ).

**Entscheidungsqualität:** Bei der durchschnittlichen Entscheidungsqualität konnte keine Interaktion zwischen den Gruppen festgestellt werden ( $F [2, 76] = 0.51, p = .68, 1-\beta = .14$ ). Vielmehr konnten sich alle Gruppen verbessern (vgl. Abbildung 3). Dies konnte durch den signifikanten Haupteffekt auf dem Messwiederholungsfaktor ( $F [2, 76] = 59.58, p < .001, \eta_p^2 = .61$ ) bestätigt werden. Post-hoc-Analysen mit dem Bonferroni-Test zeigten hier, dass in allen drei Gruppen Unterschiede zwischen dem Prä- und Posttest und zwischen dem Prä- und Retentionstest festzustellen sind (alle  $p < .05$ ).

**Bewegungszeit:** Bei der Variablen Bewegungszeit, d. h. die gesamte Zeit von Beginn des Abhebens des linken Beines von der Kontaktmatte, Aufsetzen des linken Beines neben dem Ball bis zum Abheben des rechten Beines, konnte keine Interaktion zwischen den Gruppen und dem Testzeitpunkt festgestellt werden ( $F [2, 76] = 1.24, p = .30, 1-\beta = .30$ ). Es zeigte sich ein signifikanter

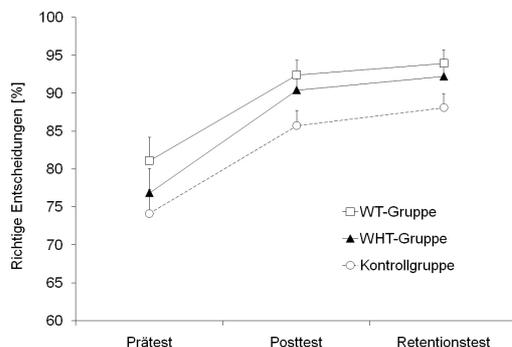


Abbildung 3: Durchschnittliche Anzahl der richtigen Entscheidungen der drei Untersuchungsgruppen in % zum Prä-, Post- und Retentionstest.

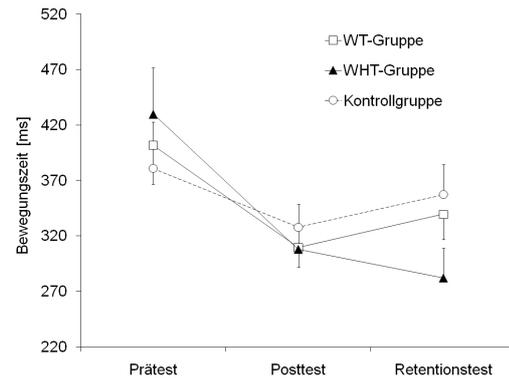


Abbildung 4: Durchschnittliche Bewegungszeit der drei Untersuchungsgruppen in ms zum Prä-, Post- und Retentionstest.

Haupteffekt Messzeitpunkt ( $F [2, 76] = 9.15, p = .001, \eta_p^2 = .19$ ). Post-hoc-Analysen mit dem Bonferroni-Test zeigten, dass bei keinem Einzelvergleich die kritische Irrtumswahrscheinlichkeit unterschritten wurde (vgl. Abbildung 4).

## Diskussion

Mit dieser exploratorischen Studie sollte die Bedeutung von unterschiedlichen motorischen Reaktionen bei einem videobasierten taktischen Entscheidungstraining abgeschätzt werden. Im Gegensatz zu einer WT-Gruppe, die mit einer kleinmotorischen Reaktion (Tastendruck) bei 3:2-Offensivsituationen eine Entscheidung treffen musste, hatte eine WHT-Gruppe die Aufgabe, mit einer großmotorischen Reaktion (Ballschuss) die angemessene Entscheidung in den Trainingseinheiten zu markieren. Über drei Trainingssitzungen mit insgesamt 210 Trainings- und 210 Feedbackvideoclips konnte bzgl. der Reaktionszeit bei der WHT-Gruppe eine signifikante Leistungssteigerung festgestellt werden. Die Steigerungen der Wahrnehmungstraininggruppe verfehlten das Signifikanzniveau. Aufgrund der geringen Teststärke sollte dieser Befund nicht überbewertet werden. Die Wahrnehmungs-Handlungs-Trainingsgruppe zeigte zwar die größten Leistungsanstiege bei allen drei abhängigen Variablen, aber eine signifikante Interaktion mit der WT-Gruppe konnte jeweils nicht festgestellt werden. Dieses Ergebnis spiegelt im Wesentlichen das Ergebnismuster wider, dass Williams, Ward, Smeeton et al. (2004) bereits im Tennis gefunden haben. Auch hier konnten größere Steigerungen in der Reaktionszeit bei der WHT-Gruppe gefunden werden, aber eine signifikante Interaktion mit der WT-Gruppe ließ sich ebenfalls nicht feststellen.

Aufgrund der geringen Teststärke beim Vergleich der beiden Untersuchungsgruppen in dieser Untersuchung kann aber nicht davon ausgegangen werden, dass eine gekoppelte motorische Reaktion keine Bedeutung für den Lernprozess hat. Die Ergebnisse sprechen deshalb nicht per se gegen die oben dargestellten theoretischen Vorstellungen bzgl. der Bedeutung des Zusammenhangs von Wahrnehmung und Handlung in Lern- und

Testsituationen (E. J. Gibson, 1969; J. J. Gibson, 1979; Lee, 1988; Morris et al., 1977), können diese aber auch nicht verifizieren.

Hinsichtlich der Bewegungszeit unterscheiden sich die drei Gruppen nicht. Der Haupteffekt Zeit verweist auf eine insgesamt schnellere Ausführung des Bewegungsablaufs. Eine Beschleunigung der Bewegungsausführung als Resultat des großmotorischen Trainings zeigt sich jedoch nicht.

Der Verlauf der durchschnittlichen Entscheidungsqualität deutet auf einen Deckeneffekt in Post- und Retentionstest hin. Die Probanden haben relativ schnell gelernt, welche Option die optimale Lösung darstellt. Dies kann mit dem Videomaterial erklärt werden. Bei der Erstellung der Taktiksituationen wurde darauf geachtet, dass im Verlauf der Spielsituation eine der drei Handlungen eindeutig zu erkennen ist, d. h. mit zunehmender Präsentationszeit wird die beste Lösung erkennbar. Die Entscheidungsleistung wird damit im Wesentlichen durch die Entscheidungsgeschwindigkeit beeinflusst. Auch wenn diese Aussage immer vor dem Hintergrund einer Geschwindigkeits-Genauigkeits-Abwägung betrachtet werden muss<sup>2</sup>, kann hier vermutet werden, dass die Probanden gelernt haben, die relevanten Informationen früher im Stimulusmaterial zu entdecken.

Diese Ergebnisse spiegeln sich auch in den Befunden von Williams, Ward, Smeeton et al. (2004) wider. Diese Autoren berichten zwar keine Deckeneffekte, aber ähnliche nicht signifikante Gruppenunterschiede in der Variablen „Genauigkeit der Entscheidung“ (vgl. auch Farrow, Chivers, Hardingham & Sachse, 1998; Williams, Ward, Knowles & Smeeton, 2002). Für die Rückschlagspiele argumentieren Williams, Ward, Smeeton et al. (2004) folgendermaßen: „Perceptual training appears to enhance the performer's ability to pick up these subtle postural cues earlier in the viewing process, whilst at the same time maintaining the same level of response accuracy“ (S. 358). Williams, Ward, Smeeton et al. (2004) erweitern diese psychologische Interpretation und spekulieren über eine Erklärung auf neuropsychologischer Ebene. Milner und Goodale (1995) argumentieren, dass zwei funktional unter-

schiedliche neuronale Mechanismen bei der visuell-perzeptiven Programmierung einer motorischen Antwort beteiligt sind. Sie unterscheiden eine „vision for perception“ von einer „vision for action“. Der ventrale Strang („vision for perception“) informiert über die Charakteristik von Objekten und ihren Beziehungen mit dem Ziel der Wahrnehmungsidentifikation und -klassifikation. Demgegenüber existiert ein dorsaler Strang („vision for action“), der ad-hoc für die visuelle Kontrolle ausgewählter Handlungen verantwortlich ist (Goodale & Haffenden, 1998). Bezogen auf die vorliegende Untersuchung könnte der ventrale so genannte „Was“-Pfad die Kodierung der Spielsituation mit dem Ziel der Wahrnehmungsidentifikation und -klassifikation darstellen. Der dorsale („wie“-) Pfad stellt quasi online diejenigen visuellen Informationen (z. B. räumliche Position der Mitspieler, Geschwindigkeit der laufenden Mitspieler und des Balles) zur Verfügung, die für die visuelle Steuerung der Bewegungsausführung benötigt werden (Goodale & Haffenden, 1998). Milner und Goodale (1995) gehen davon aus, dass ungekoppelte Laboruntersuchungen lediglich die ventrale Datenkette miteinbeziehen, währenddessen bei einer natürlichen Wahrnehmungs-Handlungs-Kopplung beide Pfade erforderlich sind. Es wird vermutet, dass die Verknüpfung beider Systeme und damit einer parallelen Informationsverarbeitung auf Seiten des die Entscheidung treffenden Spielers eine schnellere Reaktionszeit zur Folge haben kann. Einschränkend muss angeführt werden, dass die hier diskutierte taktische Entscheidungssituation weniger stark einen dorsalen Verarbeitungsstrang anspricht als die Aufgabe in der Studie von Williams, Ward, Smeeton et al. (2004). Bei den taktischen Entscheidungssituationen in dieser Testsituation ist eine ständige Anpassung in der zeitlich-räumlichen Bewegungsausführung (dorsaler Pfad) nicht so erforderlich wie beim Tennisreturn (vgl. auch Farrow & Abernethy, 2003).

Auch wenn die Ergebnisse dieser Studie vergleichbar sind mit denen von Williams, Ward, Smeeton et al. (2004), sollten die Ergebnisse dieser Studie z. B. aufgrund der geringen Teststärken sehr vorsichtig interpretiert werden. Die methodischen Einschränkungen dieser exploratorischen Studie müssen bei der Interpretation berücksichtigt werden. Dies betrifft zum einen die Konfundierung der Präsentationsart mit der motorischen Reaktion sowie zum anderen die nicht vollständige Parallelisierung der Versuchspersonen.

Während die WT-Gruppe mit einer kleinsten motorischen Reaktion vor einem Computerbildschirm trainierte, hatte die WHT-Gruppe die Aufgabe, vor einer Leinwand mit einer großmotorischen Reaktion zu trainieren, d. h. die beiden Gruppen unterscheiden sich auch hinsichtlich der Präsentationsart (Leinwand vs. Computerbildschirm). Zwar konnte über die Entfernung der Leinwand (hier 4.25 m) sichergestellt werden, dass die Probanden einen vergleichbaren Sehwinkel auf die Spielsituation hatten (ca. 43° bzgl. der Filmdiatagonalen), aber ein Einfluss dieser Variable ist nicht auszuschließen.

<sup>2</sup> Der Geschwindigkeits-Genauigkeits-Zielkonflikt drückt sich in einer Korrelation der Reaktionszeit und Entscheidungsqualität aus. Diese Korrelation nimmt vom Prätest ( $r = .56$ ) über Posttest ( $r = .32$ ) zum Retentionstest ( $r = .22$ ) ab, was u. a. durch den Deckeneffekt hervorgerufen sein könnte. Berücksichtigt man diesen Umstand und analysiert die addierten z-Werte von Entscheidungsqualität und Reaktionszeit, ergeben sich keine anderen Befunde. Auch hier zeigt sich eine Interaktion von Gruppe\*Zeit,  $F [4, 76] = 3.21, p < .05, \eta_p^2 = .27$ . Einfaktorische Varianzanalysen konnten auch hier zeigen, dass sich die Wahrnehmungs-Handlungs-Trainingsgruppe signifikant verbessern konnte,  $F [2, 22] = 6.47, p < .05, \eta_p^2 = .37$ . Die Wahrnehmungsgruppe verbessert sich nicht,  $F [2, 32] = .21, p > .05, \eta_p^2 = .01$ . Bei der Kontrollgruppe kann eine Verschlechterung festgestellt werden,  $F [2, 22] = 17.46, p < .05, \eta_p^2 = .61$ . Beim Vergleich der beiden Trainingsgruppen über die Zeit kann keine Interaktion ermittelt werden,  $F [2, 54] = 1.68, p > .05, 1-\beta = .34$ .

ßen. Im Sinne der Ähnlichkeit der Trainingssituation mit der Testsituation kann vermutet werden, dass die WT-Gruppe dadurch eher einen Nachteil hatte (vgl. z. B. transfer appropriate processing, Lee, 1988; Morris et al., 1977). Denn neben der Umstellung in Bezug auf die motorische Antwort müssen sich diese Versuchspersonen auch noch auf die ungewohnte visuelle Präsentationsart einstellen. Um die Aussage dieser Studie abzusichern, sollte deshalb in Folgestudien eine Gruppe ergänzt werden, die zwar vor der großen Leinwand trainiert, allerdings manuell bzw. kleinstmotorisch (Tastendruck) reagiert. Dies war aufgrund der vorhandenen Ressourcen nicht realisierbar.

Diese Gründe führten auch zu der Wahl der Kontrollgruppe, die bei der Parallelisierung der Versuchspersonen nicht berücksichtigt wurde. Dies hatte mehrere negative Konsequenzen für die Interpretationen der Ergebnisse dieser Gruppe. Die Verschlechterung der Kontrollgruppe in der Reaktionszeit macht dies deutlich. Die Kontrollgruppe wurde durch eine weitere Jugendmannschaft gebildet, die im Durchschnitt über ein Jahr jünger war als die beiden Untersuchungsgruppen. Diese Gruppe stammt aus der gleichen Region und war über die Beteiligung der anderen Jugendmannschaften informiert, wodurch nicht ausgeschlossen werden kann, dass diese Gruppe den Taktiktest als eine Konkurrenzsituation empfand. Nach Feststellung der individuellen Leistung im Prätest kann vermutet werden, dass die Motivation zur Wiederholung des gleichen Tests im zweiten und dritten Durchgang für diese Jugendlichen deutlich nachgelassen hat. Zumindest führte es zu einer Reduktion der Reaktionsgeschwindigkeit, was bei gleichzeitiger Verbesserung der Entscheidungsqualität auf einen Geschwindigkeits-Genauigkeits-Zielkonflikt hindeutet und damit für eine Änderung der Antwortstrategie spricht. Eine Analyse der Reliabilität mit den Daten der Kontrollgruppe bestätigt, dass zwischen den einzelnen Testzeitpunkten nicht immer hohe Korrelationen erreicht wurden (Reaktionszeit:  $r_{\text{pre-post}} = .87$ ,  $r_{\text{pre-ret}} = .32$ ,  $r_{\text{post-ret}} = .65$ ; Entscheidungsqualität  $r_{\text{pre-post}} = .89$ ,  $r_{\text{pre-ret}} = .54$ ,  $r_{\text{post-ret}} = .64$ ; Bewegungszeit:  $r_{\text{pre-post}} = .33$ ,  $r_{\text{pre-ret}} = .13$ ,  $r_{\text{post-ret}} = .21$ ).

Durch die Festlegung der Testtermine für die Kontrollgruppe im Vorfeld sind unterschiedliche Zeiträume zwischen den Tests im Vergleich zu den Trainingsgruppen entstanden. Die Untersuchungsgruppen führten das Training während des normalen Vereinstrainings durch, was dazu führte, dass nicht alle Teilnehmer in einer Sitzung herangezogen werden konnten. Obwohl sich die Prätestleistungen zwischen den drei Gruppen in allen drei abhängigen Variablen nicht signifikant unterscheiden, führt die nicht vollständige Parallelisierung zu nicht ganz identischen Ausgangswerten. Als Grund für die deskriptiven Unterschiede zwischen den beiden Trainingsgruppen - trotz Parallelisierung im Prätest - lässt sich eine unterschiedliche Drop-out-Rate anführen. Der Einfluss der Prätestleistung wurde durch eine Kovarianzanalyse untersucht. Hierbei konnten keine

wesentlichen Unterschiede zu den hier berichteten Ergebnissen ermittelt werden.

Die gewählte Form der Einbindung der Kontrollgruppe führt insgesamt dazu, dass der Vergleich der beiden Untersuchungsgruppen mit der Kontrollgruppe nicht sehr aussagekräftig ist. Für nachfolgende Studien sollte neben der Parallelisierung auch eine weitere Gruppe mit einer Art Treatment bedacht werden, von dem keine Effekte auf die Testsituation erwartet werden. Denn nur so lassen sich Treatmenteffekte von Effekten der Test-Familiarität bzw. Hawthorne-Effekten abgrenzen (Farrow & Abernethy, 2002; vgl. für ein Beispiel, Memmert, Hagemann, Althoetmar, Gepfert & Seiler, in press).

Zwar kann für beide Gruppen vermutet werden, dass die Leinwanddarstellung im Vergleich zur Präsentation auf dem Computerbildschirm als eine realitätsnähere Testsituation eingeschätzt werden könnte (vgl. psychological fidelity, Williams & Grant, 1999). Trotzdem lassen sich auch in dieser Testsituation gegenüber einer natürlichen Entscheidungssituation Einschränkungen nennen, die gerade aus der Perspektive der ökologischen Psychologie zu einer Verringerung der externen Validität führen. Bei einer Leinwanddarstellung auch in dieser Größe handelt es sich um eine 2-dimensionale Abbildung des Realitätsausschnittes. Gerade für Taktiksituationen ist aber die Einschätzung der räumlichen Tiefe bedeutsam. Auch wenn über die Veränderung der Größe der Spieler Informationen über die räumliche Tiefe nutzbar sind, kann das Fehlen der Tiefeninformation einen Einfluss auf die Entscheidungsleistung haben, die in einer natürlichen Situation evtl. nicht aufgetreten wäre. Erste Untersuchungen zeigen jedoch, dass sich Entscheidungsleistungen zwischen 2- und 3-dimensionalen Darstellungen nicht unterscheiden (vgl. Farrow, Rendell & Gorman, 2006). Auch wenn die Leinwanddarstellung als realitätsnäher eingeschätzt werden würde, sollte unabhängig von dieser Untersuchungsfrage auch in weiteren Studien geklärt werden, ob die Nutzung von Videosimulationen auf einem Computerbildschirm bei der Erfassung von perzeptiven-kognitiven Expertisemerkmalen eine negative Rolle spielt (vgl. Abernethy, Thomas & Thomas, 1993). Es sollte geklärt werden, ob im Sinne des Expert-Performance-Approaches die zugrunde liegenden Mechanismen der Expertenleistung mit einer Leinwanddarstellung und/oder großmotorischen Reaktionen besser erfasst werden können (Williams & Ericsson, 2005). Zudem sollte die Frage geklärt werden, inwieweit die nicht-vorhandene Eigenbewegung eine Rolle bei der Wahrnehmung spielt. Gerade aus Sicht der ökologischen Psychologie ist die Eigenbewegung notwendig, damit invariante Strukturen im Handlungsumfeld entdeckt werden können (J. J. Gibson, 1979). Erste Ansätze versuchen dies durch eine Veränderung der Kameraposition bei der Stimuluserstellung, um eine Annäherung an die tatsächliche Ortsveränderung des Athleten zu erreichen (für eine Umsetzung von Eigenbewe-

gung im Video, vgl. Helsen & Pauwels, 1993; Höner, 2005).

Auch die Begrenzung der Handlungsalternativen ist eine Einschränkung in Bezug auf alle möglichen Handlungsoptionen. In einer offenen natürlichen Spielsituation lassen sich noch viel mehr Optionen generieren (z. B. Pass nach hinten), die zudem in einer freien Zeitstruktur ausgeführt werden können (z. B. zuerst Ball halten). Auch die vorgegebenen Schussziele lassen keinen Raum für kreative Aufgabenlösungen. Zudem handelt es sich um eine artifizielle Situation, da die Handlungsentscheidung Dribbling durch einen Ballschuss gegen den mittleren Kasten angedeutet werden musste. Trotzdem lässt die gewählte Aufgabenstruktur eine klare Kopplung von konkreten visuellen Stimuli und motorischen Reaktionen erkennen, deren gleichzeitiges Trainieren zu einer besseren Entscheidung in vergleichbaren Situationen führen müsste. Dies sollte auch vor dem Hintergrund standhalten, wenn man bedenkt, dass auch der Tastendruck nach der Videopräsentation eine Art Wahrnehmungs-Handlungs-Kopplung darstellte, wenngleich mit einer unspezifischen und kleinmotorischen Reaktion. Die in der WHT-Gruppe ausgeführten Reaktionsalternativen lassen eine deutlichere Nähe zur Spielrealität erkennen und sprechen damit für eine höhere ökologische Validität der motorischen Reaktion. Für zukünftige Experimente könnte erwogen werden, statt mit 3:2 mit 4:3-Situationen zu operieren, dann hätte man drei Wahlmöglichkeiten (ohne Dribbling), die man mit adäquaten motorischen Anschlusshandlungen verbinden kann (Pass nach rechts, links und durch die Gasse). Dies könnte auch zur Schwierigkeitssteigerung der Aufgabe beitragen.

Die Steigerungen der beiden Trainingsgruppen müssen auch vor dem Hintergrund der Trainingsdauer diskutiert werden. In den bisherigen Trainingsstudien finden sich Trainingszeiten von 15 min. bis 2 Stunden und Trainingsumfänge von einer Einzelsitzung bis hin zu einem 6-Wochen-Training (Williams & Grant, 1999; Williams & Ward, 2003). Zwar konnten McMorris und Huxwell (1997) keine Leistungssteigerung durch Verdopplung der Videoanzahl beim Antizipieren der Schussrichtung beim Fußballfeldmeter feststellen (von 250 auf 500 Videos), dennoch sollte überprüft werden, ob eine längere Trainingsdauer bzw. eine Begleitung über eine ganze Saison eventuell deutlichere Steigerungen hervorrufen kann. Über diesen Zeitraum könnte evtl. auch eine Interaktion zwischen den beiden Trainingsformen festgestellt werden (vgl. hier die geringe Teststärke). Hierbei sollte davon ausgegangen werden, dass zu Beginn des Lernens deutlichere Steigerungsraten zu erzielen sind als in einer späteren Phase (Williams & Grant, 1999).

Ob die im Labor erzielten Leistungssteigerungen in die reale Spielsituation transferiert werden können, spiegelt ein zentrales Problem aktueller

Forschung im Bereich der videobasierten Trainingsprogramme wider (Williams et al., 2002). Die Bedeutung einer positiven Beantwortung für die Akzeptanz und Umsetzung dieser innovativen Trainingsform ist evident. Einige Transferstudien (z. B. Scott, Scott & Howe, 1998; Singer et al., 1994; Williams et al., 2002) deuten an, dass erzielte Leistungsverbesserungen durch videobasiertes Training durchaus auf das Feld transferiert werden können (vgl. für eine taktische Transferstudie auch, Memmert, 2004).

Williams, Ward und Chapman (2003) konnten z. B. zeigen, dass bei Hockeytorhüterinnen, die an einem videobasierten Training teilnahmen, ihre im Labor nachgewiesenen Verbesserungen der Reaktionszeiten und Antwortqualität bzgl. der Antizipation der Schlagrichtung mit ähnlichen Effekten im Feld korrelierten. Diese Verbesserung konnte durch den Einsatz von Placebo- und Kontrollgruppen eindeutig auf die Trainingsintervention zurückgeführt werden. Auch Smeeton, Williams, Hodges und Ward (2005) konnten bei einem visuellen Wahrnehmungstraining zur Erkennung der Schlagrichtung von Grundsschlägen im Tennis positive Transfereffekte ermitteln. Bei einem Vergleich mit einer Kontrollgruppe zeigten die visuellen Wahrnehmungstrainingsgruppen schnellere Reaktionen nicht nur in der Laborsituation, sondern auch bei einem Transfertest auf dem Platz.

Auch wenn aufgrund dieser Befunde bzgl. des Transfers der Effekte von videobasierten Wahrnehmungstrainings auf die tatsächliche Spielleistung im Wettkampf eher ein positives Fazit gezogen werden kann, bleibt für die meisten Studien jedoch ein Hauptproblem darin bestehen, die Leistung hinsichtlich der durch das Training geübten Parameter unter Wettkampfbedingungen adäquat zu messen. Sowohl bei der Studie von Williams et al. (2003) als auch von Smeeton et al. (2005) handelt es sich um einen Feldtest, bei dem die Leistungen in spezifischen Spielsituationen standardisiert überprüft wurden. Leistungsverbesserung in einer komplexen Spielsituation, wie z. B. in der Studie von Starkes und Lindley (1994), sind deutlich schwieriger nachzuweisen.

Insgesamt deuten die Leistungssteigerungen beider Trainingsgruppen (WHT- und WT-Gruppe) auf die Möglichkeit hin, visuelle Wahrnehmungs- und Entscheidungsleistungen durch ein Videotraining zu verbessern. Unterschiede zwischen der WHT- und der WT-Gruppe lassen sich statistisch nicht nachweisen. Die Effektgröße der WT-Gruppe ( $\eta_p^2 = .13$ ) und zahlreiche weitere Wahrnehmungsstudien (vgl. z. B. Williams & Grant, 1999) deuten an, dass Trainingseffekte auch durch ein Videotraining mit unspezifischen Reaktionen hervorgerufen werden können. Es wird deshalb vorgeschlagen zu überprüfen, ob diese Form des Trainings systematisch in den leistungsorientierten Trainingsbetrieb integriert werden kann.

## Literatur

- Abernethy, B., Gill, D. P., Parks, S. L. & Packer, S. T. (2001). Expertise and the perception of kinematic and situational probability information. *Perception*, 30, 233 - 252.
- Abernethy, B., Thomas, K. T. & Thomas, J. T. (1993). Strategies for improving understanding of motor expertise (or mistakes we have made and things we have learned!!). In J. L. Starkes & F. Allard (Eds.), *Cognitive issues in motor expertise* (pp. 317-356). Amsterdam: North Holland.
- Abernethy, B., Wann, J. P. & Parks, S. L. (1998). Training perceptual-motor skills for sport. In B. Elliott (Ed.), *Training in sport: Applying sport science* (pp. 1-68). Chichester, England: Wiley.
- Allard, F. & Starkes, J. (1980). Perception in sport: Volleyball. *Journal of Sport Psychology*, 2, 22-33.
- Araújo, D., Davids, K. & Hristovski, R. (2006). The ecological dynamics of decision making in sport. *Psychology of Sport and Exercise*, 7, 653-676.
- Bar-Eli, M. & Raab, M. (Ed.). (2006). Judgment and decision making in sport and exercise: Rediscovery and new visions [Special Issue]. *Psychology of Sport and Exercise*, 7(6).
- Cañal-Bruland, R., Hagemann, N. & Strauß, B. (2005). Aufmerksamkeitsbasiertes Wahrnehmungstraining zur taktischen Entscheidungsschulung im Fußball. *Zeitschrift für Sportpsychologie*, 12, 39-4.
- Cañal-Bruland, R., Hagemann, N. & Strauß, B. (2006). Perzeptuelle Expertise im Sport. *Sportwissenschaft*, 36, 321-334.
- Farrow, D. & Abernethy, B. (2002). Can anticipatory skills be learned through implicit video-based perceptual training? *Journal of Sports Sciences*, 20, 471-485.
- Farrow, D. & Abernethy, B. (2003). Do expertise and the degree of perception-action coupling affect natural anticipatory performance? *Perception*, 32, 1127-1139.
- Farrow, D., Chivers, P., Hardingham, C. & Sachse, S. (1998). The effect of video-based perceptual training on the tennis return of serve. *International Journal of Sport Psychology*, 29, 231-242.
- Farrow, D., Rendell, M. & Gorman, A. (2006). Enhancing the reality of video simulation: Is depth information important? *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 28 (Suppl.), 65.
- Gibson, E. J. (1969). *Principles of perceptual learning and development*. New York: Appleton.
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to visual perception*. Boston: Houghton-Mifflin.
- Goodale, M. A. & Haffenden, A. M. (1998). Frames of reference for perception and action in the human visual system. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 22, 161-172.
- Hagemann, N. & Memmert, D. (2006). Coaching anticipatory skill in badminton: Laboratory versus field-based perceptual training? *Journal of Human Movement Studies*, 50, 381-398.
- Hagemann, N. & Strauß, B. (2006). Perzeptuelle Expertise von Badmintonspielern. *Zeitschrift für Psychologie*, 214, 37-47.
- Helsen, W. F. & Pauwels, J. M. (1988). The use of a simulator in evaluation and training of tactical skill in football. In T. Reilly, A. Lees, K. Davids & W. J. Murphy (Eds.), *Science and football*. London: E. & F.N. Spon.
- Helsen, W. F. & Pauwels, J. M. (1993). The relationship between expertise and visual information processing in sport. In J. L. Starkes & F. Allard (Eds.), *Cognitive issues in motor expertise* (pp. 109-134). Amsterdam: North-Holland.
- Höner, O. (2005). *Entscheidungshandeln im Sportspiel Fußball. Eine Analyse im Lichte der Rubikontheorie*. Schorndorf: Hofmann.
- Höner, O. (2006). Das Abschirmungs-Unterbrechungs-Dilemma im Sportspiel - Eine Eye-Tracking-Studie zum Konzept der kognitiven Orientierungen. *Zeitschrift für Psychologie*, 214, 173-184.
- Johnson, J. G. (2006). Cognitive modeling of decision making in sports. *Psychology of Sport and Exercise*, 7, 631-652.
- Lee, T. D. (1988). Transfer-appropriate processing: A framework for conceptualizing practice effects in motor learning. In O. G. Meijer & K. Roth (Eds.), *Complex movement behaviour. 'The' motor-action controversy* (pp. 201-215). Amsterdam: Elsevier.
- McMorris, T. & Graydon, J. (1997). The contribution of the research literature to the understanding of decision making in team games. *Journal of Human Movement Studies*, 33, 69-90.
- McMorris, T. & Hauxwell, B. (1997). Improving anticipation of soccer goalkeepers using video observation. In T. Reilly, J. Bangsbo & M. Hughes (Eds.), *Science and football III* (pp. 290-294). London: E. & F.N. Spon.
- Memmert, D. (2004). Ein Forschungsprogramm zur Validierung sportspielübergreifender Basistaktiken. *Sportwissenschaft*, 34, 341-354.
- Memmert, D., Hagemann, N., Althoetmar, R., Geppert, S. & Seiler, D. (in press). Conditions of practice in perceptual skill learning. *Research Quarterly for Exercise and Sport*.
- Memmert, D. & Roth, K. (2003). Individualtaktische Leistungsdiagnostik im Sportspiel. *Spectrum der Sportwissenschaften*, 15, 44-70.
- Milner, A. D. & Goodale, M. A. (1995). *The visual brain in action*. Oxford, England: Oxford University Press.
- Morris, C. D., Bransford, J. D. & Franks, J. J. (1977). Levels of processing versus transfer appropriate processing. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 16, 519-533.
- Proteau, L. (1992). On the specificity of learning and the role of visual information for movement control. In L. Proteau & D. Elliot (Eds.), *Vision and motor control* (pp. 67-101). Amsterdam: Elsevier.
- Raab, M. (2002a). T-ECHO: Model of decision making to explain behaviour in experiments and simulations under time pressure. *Psychology of Sport and Exercise*, 151-171.
- Raab, M. (2002b). Wechselwirkungen taktischer Entscheidungsprozesse von Sportspielern. *psychologie und sport*, 9, 145-158.
- Ripoll, H. (Ed.). (1991). Information processing and decision making in sport [Special Issue]. *International Journal of Sport Psychology*, 22 (3-4).
- Roth, K. (2005). Taktiktraining. In A. Hohmann, M. Kolb & K. Roth (Eds.), *Handbuch Sportspiel* (pp. 342-349). Schorndorf: Hofmann.
- Rowe, R. M. & McKenna, F. P. (2001). Skilled anticipation in real-world tasks. Measurement of attentional demands in the domain of tennis. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 7, 60-67.
- Scott, D., Scott, L. M. & Howe, B. L. (1998). Training anticipation for intermediate tennis players. *Behavior Modification*, 22, 243-261.
- Singer, R. N., Cauraugh, J. H., Chen, D., Steinberg, G. M., Frehlich, S. G. & Wang, L. (1994). Training mental quickness in beginning/intermediate tennis players. *The Sport Psychologist*, 8, 305-318.
- Smeeton, N. J., Williams, A. M., Hodges, N. J. & Ward, P. (2005). The relative effectiveness of various instructional approaches in developing anticipation skill. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 11, 98-110.
- Starkes, J. L. & Lindley, S. (1994). Can we hasten expertise by video simulation? *Quest*, 46, 211-222.
- Tenenbaum, G. & Bar-Eli, M. (1993). Decision making in sport: a cognitive perspective. In R. N. Singer, M. Murphey & L. K. Tennant (Eds.), *Handbook of research on sport psychology* (pp. 171-192). New York: Macmillan.
- Tulving, E. & Thomson, D. M. (1973). Encoding specificity and retrieval processes in episodic memory. *Psychological Review*, 80, 352-373.
- Williams, A. M. (2000). Perceptual skill in soccer: Implications for talent identification and development. *Journal of Sports Sciences*, 18, 737-750.
- Williams, A. M. & Davids, K. (1995). Declarative knowledge in sport: A by-product of experience or a characteristic of expertise? *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 17, 259-278.
- Williams, A. M. & Davids, K. (1998). Visual search strategy, selective attention, and expertise in soccer. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 69, 111-128.
- Williams, A. M. & Elliot, D. (1999). Anxiety, expertise, and visual search strategy in karate. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 21, 362-375.
- Williams, A. M. & Ericsson, K. A. (2005). Perceptual-cognitive expertise in sport: Some considerations when applying the expert performance approach. *Human Movement Science*, 24, 287-307.
- Williams, A. M. & Grant, A. (1999). Training perceptual skill in sport. *International Journal of Sport Psychology*, 30, 194-220.

- Williams, A. M. & Ward, P. (2003). Perceptual expertise: Development in sport. In J. L. Starkes & K. A. Ericsson (Eds.), *Expert performance in sports* (pp. 219-249). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Williams, A. M., Ward, P. & Chapman, C. (2003). Training perceptual skill in field hockey: Is there transfer from the laboratory to the field. *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 74, 98-103.
- Williams, A. M., Ward, P., Knowles, J. M. & Smeeton, N. J. (2002). Anticipation skill in a real-world task: Measurement, training, and transfer in tennis. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 8, 259-270.
- Williams, A. M., Ward, P. & Smeeton, N. J. (2004). Perceptual and cognitive expertise in sport. In A. M. Williams & N. J. Hodges (Eds.), *Skill acquisition in sport* (pp. 328-347). London: Routledge.
- Williams, A. M., Ward, P., Smeeton, N. J. & Allen, D. (2004). Developing anticipation skills in tennis using on-court instruction: Perception versus perception and action. *Journal of Applied Sport Psychology*, 16, 350-360.
- 
- Originalbeitrag erhalten: 08. 12. 2006  
Überarbeiteter Originalbeitrag erhalten: 30. 06. 2008  
Originalbeitrag akzeptiert: 30. 06. 2008  
Originalbeitrag veröffentlicht: 25. 08. 2008