

Running head: WECHSELWIRKUNGEN TAKTISCHER ENTSCHEIDUNGSPROZESSE

Wechselwirkungen taktischer Entscheidungsprozesse von Sportspielern

Markus Raab

Max-Planck-Institut für Bildungsforschung

Center for Adaptive Behavior and Cognition

Veröffentlicht in psychologie & sport (2002)

Zusammenfassung

Sportler in Mannschaftssportarten müssen meist unter Zeitdruck und mit wenigen Informationen entscheiden, ob sie auf das Tor werfen oder zu einem Mitspieler passen. Diese Entscheidungen wurden bisher mit Top-down-Prozessen (kognitionsgesteuert) und Bottom-up-Prozessen (wahrnehmungsgesteuert) beschrieben. Außerdem wurde gezeigt, unter welchen Bedingungen einer der Prozesse das Verhalten besser erklärt als der andere. Der Schwerpunkt der Forschung lag bisher vor allem darin, die Prozesse von einander zu unterscheiden, und weniger darin, ihre Wechselwirkungen zu betrachten. In dieser Arbeit werden vier mögliche Interaktionstypen von Top-down- und Bottom-up-Prozessen präziser beschrieben, die für das taktische Entscheidungsverhalten von Sportspielern modelliert wurden. Zwei Experimente werden vorgestellt, in denen die Versuchspersonen in einfachen Situationen eine konkurrierende Interaktion und in komplexen Situationen eine kooperierende Interaktion von Top-down- und Bottom-up-Prozessen für Entscheidungen benutzen. Die Ergebnisse bestätigen die konkurrierende Wechselwirkung der Entscheidungsprozesse. Aus diesem Grund wird empfohlen, dass das Taktiktraining im Sportspiel den Einsatz der Entscheidungsprozesse in Abhängigkeit von den Anforderungen der Umwelt steuert.

Schlüsselwörter: Entscheidungsprozesse, Kognition, Sensomotorik, Sportspiel

Abstract

Players in team sports under limited time and information have to decide where to pass or to shoot to a goal. Top-down processes (cognition controlled) and bottom-up processes (perception controlled) are used to describe such decisions and furthermore explore their explanatory power in specific situations. The research focused mainly on the dissociation of these processes rather than on their interactions. This paper describes four possible types of interactions of top-down and bottom-up processes that can be applied to individual tactical decisions in ball games. Two experiments will be presented in which participants had to learn to use competitive interactions in simple situations and cooperative interactions of top-down and bottom-up processes in complex situations for their decisions. The results reveal only the competitive interaction of the processes. Practical considerations are drawn for the tactical training in ball games in respect to the situation on hand.

Keywords: decision making, cognition, sensorimotor control, ball games

Wechselwirkungen taktischer Entscheidungsprozesse von Sportspielern

Sportspieler müssen für eine gegebene Situation unter mehreren Optionen „die beste“ auswählen. Diese in Bruchteilen von Sekunden ablaufende Entscheidung kann über Sieg und Niederlage entscheiden und ist deshalb Schwerpunkt jedes Taktiktrainings. Ein Handballspieler, der z.B. zwischen vier Optionen unterscheiden muss, vergleicht Informationen aus seinen Erfahrungen mit den Informationen aus der aktuellen Situation. Seine Erfahrungen basieren unter anderem auf Taktikvorgaben des Trainers sowie auf den aktuellen Situationsfaktoren wie Bewegungen der Mitspieler oder Gegner. Wie diese Informationen in die aktuelle Entscheidung integriert werden, ist ein zentrales sportwissenschaftliches Problem und wird unter dem Begriff „kognitive Penetrierbarkeit sensomotorischer Prozesse“ diskutiert (Paillard, 1991). Die Frage, wie die verbalen Instruktionen des Trainers mit den sich aus der Situation ergebenden Möglichkeiten zu verbinden sind, erfordert also eine Beschreibung der Interaktion sensomotorischer und semantischer Informationen (Ripoll, 1991). Die Beschreibung der beiden Prozesse beziehungsweise Informationsquellen und die Erklärung ihrer Beziehungen ist ein Kardinalproblem in vielen sportwissenschaftlichen Forschungsfeldern wie bei „Bewegungslernen und Instruktion“ (Wulf & Prinz, 2000), „Bewegungslernen und Korrektur“ (Daug & Blischke, 1996), bei impliziten und expliziten Lernprozessen (Raab, 2001), bei der Bewusstseinsproblematik im Sport (Hossner, 2001; Wiemeyer, 2001) und bei bewussten und unbewussten Entscheidungen (Raab, 2002a). Auch außerhalb der Sportwissenschaft werden komplexes Verhalten und insbesondere Entscheidungs- sowie Urteilsprozesse mit zwei Prozessen beschrieben (Chaiken & Trope, 1999, für einen Überblick). Zur Vereinfachung werden im folgenden die taktischen Entscheidungsprozesse eines Handballspielers in Top-down- und Bottom-up-Prozesse unterteilt. Die Begriffe Top-down- und Bottom-up-Prozess sind aus den Bereichen der Entscheidungs- und der

Lernforschung übernommen worden. Für Wahrnehmungs-Handlungs-Prozesse wird der Begriff „Bottom-up-Prozess“ benutzt, da dieser Begriff die direkten und nicht verbalisierbaren wahrnehmungsgesteuerten Prozesse umfasst (vgl. Curran & Schacter, 1996; Raab, 2001 für eine ausführliche Diskussion). Um die kognitionsgesteuerten und verbalisierbaren Prozesse, Prozesse also, die Erwartungen und Zielbildungen abbilden, zu beschreiben, wird der Begriff „Top-down-Prozess“ benutzt (Cruse, Dean & Ritter, 1998; Raab, 2001, für eine ausführliche Diskussion). Übertragen auf taktische Entscheidungsprozesse eines Handballspielers sind Bottom-up-Prozesse erlernte, direkte Reaktionen auf eine Situation (zum Beispiel Bewegung des Abwehrspielers in einer 1:1-Situation) und auf spezifische Hinweisreize (zum Beispiel Torwartposition im Tor). Sie liegen jedoch kaum verbalisiert vor. Top-down-Prozesse beruhen auf verbalisierten Regeln, die Trainer den Spielern meist in Form von „Wenn die Situation A, dann Reaktion X“ darbieten (Sichelschmidt, Eyßer & Späte, 1994). Mit solchen Wenn-Dann-Regeln werden meist individualtaktisch und gruppentaktisch Ziele definiert (zum Beispiel für eine trainierte Situation A, in der auf das Tor zu werfen ist, während Situation B das Abspiele zu einem bestimmten Mitspieler erfordert). Im Vergleich der beiden Prozesse sind Bottom-up-Prozesse in der Regel schneller und benötigen weniger Verrechnungen, da sie weniger Informationen verarbeiten und keiner bewussten Steuerung bedürfen.

Entscheidungsprozesse eignen sich ausgezeichnet für die Beschreibung der Interaktion der Top-down- und Bottom-up-Prozesse, da Entscheidungen im Sportspiel immer auf der Informationssuche, auf dem Beenden der Informationssuche sowie auf dem Umsetzen der Entscheidungen beruhen (vgl. Vickers, Livingston, Umeris-Bohnert & Holden, 1999). Viele Zwei-Prozess-Modelle (vgl. Chaiken & Trope, 1999) beschreiben, dass für kognitive Aufgaben nichtheuristische, komplexere Top-down-Strategien zu besseren Entscheidungen führen als einfache Heuristiken (Bottom-up-Strategien). In der sensomotorischen Forschung

wird dagegen argumentiert, dass implizite Lernprozesse (Bottom-up) expliziten Lernprozessen (Top-down) überlegen sind (Masters, 2000). Sowohl diese „Mehr-ist-besser“- als auch „Weniger-ist-besser“-Aussagen wurden kürzlich theoretisch und empirisch kritisiert, da sie aufgaben- und situationsspezifische Bedingungen ignorieren (Raab, 2002a). Ziel dieses Beitrages ist, die Interaktion von Top-down- und Bottom-up-Prozessen unter Einbeziehung der Anforderungen der Umwelt, zu verstehen, das heißt die Aufgabenkomplexität zu berücksichtigen (Simon, 1956).

Eine einfache Beschreibung der kognitiven Prozesse ist unzureichend (Gigerenzer & Todd, 1999), da davon ausgegangen werden muss, dass die Anforderungen der Umwelt die Auswahl von Entscheidungsstrategien und die Interaktion von Entscheidungsprozessen mitbestimmen. Das ökologische Rationalitäts-Programm menschlicher Entscheidungen im Sport beschreibt, wie Entscheidungsprozesse und Umweltbedingungen sich gegenseitig bedingen (Raab, 2002b). Der erste Schritt der Forschungsstrategie zu Entscheidungen im Sport beschreibt die verschiedenen Wechselwirkungen der postulierten Prozesse genauer, der zweite Schritt betrachtet die Veränderungen der Wechselwirkungen, bedingt durch unterschiedlich komplexe Anforderungen von Entscheidungsaufgaben.

Folgende plausible Interaktionsannahmen zwischen Top-down- und Bottom-up-Prozessen sind für individuelle Entscheidungsprozesse beschrieben worden (Gilbert, 1999) und werden am Beispiel individueller taktischer Entscheidungen eines Handballspielers verdeutlicht.

1. Interaktionstyp 1 (Selektion): Top-down- und Bottom-up-Prozesse können selektiv agieren. Das bedeutet, dass für das beobachtete Verhalten nur einer der Prozesse verantwortlich ist. So bestimmt nur der Bottom-up-Prozess das Verhalten wie z.B. in einem Extremfall bei Reflexen oder in weniger gravierender Form bei Entscheidungen unter hohem Zeitdruck. Hier ist die Wechselwirkung nur gering und nur am Anfang des

Entscheidungsprozesses relevant. Der Handballspieler im Angriff entscheidet sich für einen Torwurf (Top-Down) und lässt Bottom-up-Prozesse (Wahrnehmung einer Mauer von Abwehrspielern vor ihm) für die Entscheidung unberücksichtigt. Erwartet werden bei diesem Interaktionstyp „Wenn-Dann-Regel“-konforme Entscheidungen unabhängig von der Situation.

2. Interaktionstyp 2 (Konkurrenz): Alternativ können die Prozesse miteinander konkurrieren. In Simulationen wird die konkurrierende Interaktion eines Top-down- und eines Bottom-up-Prozesses in einer Entscheidungssituation durch eine Gewichtungsfunktion und eine Wettkampffregel bestimmt (Sun, 1997). Beispielsweise bedingt der höher gewichtete Top-down-Prozess beim Siebenmeterschützen einen Wurf nach links (Zielsetzung), auch wenn der Bottom-up-Prozess (Bewegung des Torwartes) einen Wurf nach rechts nahe legt. Erwartet werden bei dem konkurrierenden Interaktionstypen je nach Gewichtung eher Top-down- oder eher Bottom-up-gesteuerte Entscheidungen.

3. Interaktionstyp 3 (Kooperation): Eine Kooperation der beiden Prozesse ist dann gegeben, wenn die dynamisch parallel arbeitenden Prozesse das beobachtbare Verhalten in dieselbe Richtung positiv beeinflussen. Beispielsweise können die Prozesse dadurch kooperieren, dass (automatische) Bottom-up-Prozesse die Plattform bieten, auf der (intentionale) Top-down-Prozesse operieren (Hommel, 2000). Im Handball würde die Wahrnehmung einer Lücke zwischen zwei Abwehrspielern zur Top-down-Entscheidung führen, durch diese Lücke durchzubrechen. Erwartet werden also Entscheidungen, bei denen unabhängig von der Situation beide Prozesse zusammenarbeiten.

4. Interaktionstyp 4 (Korrektur): Eine vierte Möglichkeit besteht darin, einem der beiden Prozesse eine Korrekturfunktion zuzuschreiben. Aus der Aufmerksamkeitsforschung ist bekannt, dass präattentative Informationen zu einem späteren Zeitpunkt in einem attentiven System Veränderungen bewirken (Schacter, McAndrews & Moscovitch, 1988). Im

Handball wird beispielsweise die Entscheidung für einen Wurf durch die wahrgenommene Position des Abwehrspielers beeinflusst.

Auf alle vier Interaktionstypen wird im Rahmen der sportwissenschaftlichen Forschung und im Besonderen der Entscheidungsforschung auf verschiedenen Beschreibungsebenen immer wieder zugegriffen. An einem Beispiel aus der eigenen Forschung sei demonstriert, wie ungetestet dies zum Teil geschieht. Ich habe ein Zwei-Prozess-Modell entwickelt (Raab, 2001), das einen Top-down- und einen Bottom-up-Prozess formalisiert. Die Ergebnisse der Modellprüfung bestätigten, dass Bottom-up-Prozesse bei einfachen taktischen Aufgaben (wenig Handlungsalternativen und klare visuelle Zuordnung durch Video präsentierte Angriffs- und Abwehrformationen) Top-down-Prozessen überlegen sind. Das Ergebnismuster drehte sich jedoch in komplexeren Situationen um. Die Interpretation kann anhand einer Unterteilung der möglichen Interaktionen nachvollzogen werden. Trotz Akzentuierung einer der beiden Prozesse durch das Treatment sind sowohl Top-down- als auch Bottom-up-Prozesse an dem beobachtbaren Verhalten beteiligt (Raab, 2001, für empirische Evidenz). Interaktionstyp 1 (Selektion) kann deshalb nicht zur Erklärung herangezogen werden. Die Konkurrenz-Interaktion wird zur Erklärung des Ergebnismusters bei gering komplexen Situationen benutzt. Überwiegend Top-down gesteuerte Entscheidungen sind schlechter und langsamer als Bottom-up-Prozesse. In gering komplexen Situationen ist die vorwiegende Steuerung durch den Bottom-up-Prozess günstiger, da Wahrnehmungs-Handlungskopplungen direkt zur Lösung des Problems benutzt werden können. Bei überwiegend Top-down gesteuerter Kontrolle erhöht sich die Störung der direkten Wahrnehmungs-Handlungskopplung, da ständig weitere Verrechnungen mit Top-down-Prozessen vorkommen. Wie aber lässt sich das umgekehrte Ergebnismuster bei höherer Komplexität der Entscheidungssituation erklären? Zwei Erklärungsmöglichkeiten sind denkbar: Entweder verändert sich der Interaktionstyp, oder die Parametereinstellungen

innerhalb der Interaktion variieren. Beispielsweise wird angenommen, dass bei komplexen Situationen die hohe Gewichtung der Top-down-Prozesse zu besseren Entscheidungen führt, weil das in Wenn-Dann-Regeln verbalisierte Wissen in komplexeren Situationen hilft, zwischen vielen Wahrnehmungs-Handlungskoppelungen zu wählen (Bennett, 2000). Denkbar ist aber auch, dass bei komplexeren Situationen von einer konkurrierenden Interaktion zu einer kooperierenden Interaktion übergegangen wird. Es wurde bereits gezeigt, dass Entscheidungen, die entsprechend viele Anteile beider Prozesse besitzen, besser als Entscheidungen sind, die überwiegend auf dem Bottom-up-Prozess beruhen (Raab, 2001).

Die Argumentation für einen Wechsel des Interaktionstyps beziehungsweise für die Variation der Parameter ist problematisch. Eine Frage dabei ist beispielsweise, auf welcher Dimension der Komplexität (Anzahl der Handlungsalternativen, Anzahl der Informationen, die zu berücksichtigen sind) und ab welcher Komplexitätsstufe ein Wechsel des Interaktionstyps oder eine Parameterveränderung stattfindet. Eine Lösung dieses Dilemmas scheint möglich zu sein, wenn man die Interaktion zeitlich betrachtet. Bei der Korrekturinteraktion wird davon ausgegangen, dass Top-down-Prozesse langsamer sind als Bottom-up-Prozesse (Pisella & Rossetti, 2000) und so Bottom-up-Prozesse unter Zeitbeziehungsweise Komplexitätsdruck stärker am Verhalten beteiligt sind. Das ist jedoch nur dann von Vorteil, wenn die für den Bottom-up-Prozess benutzte Information zu regelgerechten Entscheidungen führt. Top-down-Prozesse können die Informationssuche vorab strukturieren und so die Entscheidungsfindung (Qualität und Geschwindigkeit) beeinflussen.

Eine zufriedenstellende Aussage über den Typ der Interaktion(en), der das Ergebnismuster sowohl bei gering als auch bei hoch komplexen Situationen erklären könnte, ist auf der Grundlage der Daten nicht zu erzielen. Das Zwei-Prozess-Modell SMART (Raab, 2001) wurde dementsprechend mit einem Verknüpfungszeichen zwischen den Bottom-up-

und den Top-down-Prozessen beschrieben, um die Unklarheit der Wechselwirkungen der Prozesse auszudrücken. Ich stelle deshalb zwei weitere Experimente vor, die zwischen konkurrierenden und kooperierenden Wechselwirkungen trennen können und zugleich die Komplexität der Umwelтанforderungen einbeziehen. Die Komplexität der Umwelтанforderungen in den bereits angeführten experimentellen Paradigmen wird überwiegend durch die Anzahl der Informationen und ihre Vernetzung manipuliert (vgl. Wood, 1986). Die Logik der Experimente orientiert sich an der psychologischen Forschung mit künstlichen Grammatiken unterschiedlich komplexer Art (Johnstone & Shanks, 2001; Reber, 1989, für einen Überblick). Mathews et al. (1989) wiesen nach, dass bei der sequentiellen Aneignung von Top-down- und Bottom-up-Prozessen (bei Mathews et al. explizit and implizit genannt) die Prozesse kooperierend interagieren (Interaktionstyp 3). Zusätzlich zeigten Mathews et al., dass die Kooperation (Interaktionstyp 3) der Prozesse (Synergieeffekt) nur bei komplexen Aufgaben, nicht jedoch bei einfachen Aufgaben nachzuweisen ist, da in diesem Fall eine konkurrierende Interaktion vorliegt (Interaktionstyp 2). Das wird vor allem damit begründet (vgl. auch Bhalla & Proffitt, 2000), dass in komplexen Umwelten die visuelle Führung von Handlungen (Bottom-up) ein explizite Aufmerksamkeitssteuerung benötigt (Top-down). Diese Annahme aus der künstlichen Grammatikforschung hat theoretische, empirische und praktische Implikationen für unterschiedlich komplexe Entscheidungssituationen im Sport und soll daher auch in diesem Bereich geprüft werden. Die einfache Übernahme kognitionspsychologischer Befunde erscheint nicht angemessen, da sportwissenschaftliche und kognitionspsychologische Studien unterschiedliche Richtungen von Interaktionen zwischen singulärer Top-down- oder Bottom-up-Aneignung und Komplexität der Situation gefunden haben (vgl. Raab, 2002a, für eine ausführliche Diskussion der Unterschiede).

Die beiden Experimente werden im Sportspiel Handball durchgeführt, da hier der Sportler zwischen vielen Optionen auswählen muss. Um die Vergleichbarkeit der Experimente zu gewährleisten, wurde nur die Komplexität der zu erlernenden Situation variiert. Es wurde davon ausgegangen, dass die gelernte Entscheidungsstrategie der Aneignungsphase für die Testsituation übernommen wird. Um diesen Transfer zu erleichtern, wurden Lern- und Testsituationen so ähnlich wie möglich arrangiert. Der Stand der berichteten Forschung lässt kooperierende und konkurrierende Interaktionen zwischen den Prozessen zu. Erhöht man die Interaktion der beiden Prozesse entgegen der Isolationsstrategie der berichteten Experimente von Raab (2001) durch die serielle oder parallele Aneignung, sollten sich kooperierende und konkurrierende Interaktionen besonders nachweisen lassen. Die serielle Aneignung von Top-down- und Bottom-up-Prozessen wird als hybrid bezeichnet (Mathews et al., 1989) und von der singulären Aneignung von Top-down- oder Bottom-up-Prozessen unterschieden. Die Vorhersage lautet: Wenn nur kooperierende Interaktionen (Interaktionstyp 3) existieren, sollten unabhängig von der Komplexität der Situation hybride Gruppen schneller und öfter richtig entscheiden als singuläre Gruppen (nur Bottom-up oder nur Top-down). Wenn durch eine konkurrierende Interaktion nur Interferenzen entstehen, sollten hybride Gruppen davon besonders betroffen sein und unabhängig von der Komplexität der Situation langsamer und seltener richtige Entscheidungen treffen als die singulären Gruppen. Letztlich, und das ist die Arbeitshypothese, wird angenommen, dass hybride Gruppen hinsichtlich ihrer Entscheidungsqualität bei gering komplexen Situationen schlechter und langsamer sind als singuläre Gruppen, da die Prozesse bei ihnen stärker miteinander konkurrieren (Interaktionstyp 2), während sie aber in hoch komplexen Situationen auf Grund des Synergieeffektes (Interaktionstyp 3) den singulären Gruppen überlegen sind.

Die Situationskomplexität wird durch einen Komplexitätsindex von McCabe (1976) für die Top-down- und die Bottom-up-Prozesse formalisiert. Der Komplexitätsindex berechnet sich aus der Anzahl der Optionen (Anzahl der Pässe und Wurfalternativen), der Anzahl der Attribute (Anzahl der Informationen von Mitspielern und Gegnern) für jede Option und aus den Verbindungen zwischen allen Optionen, zwischen allen Attributen und zwischen Optionen sowie Attributen. Eine Erhöhung der Wenn-Dann-Regeln (Top-down-Prozess) von vier (Experiment 1) auf zwölf (Experiment 2)) sowie der Wahrnehmungskomplexität (Bottom-up-Prozess) durch die Anzahl der Information von Mitspielern und Gegnern ergibt einen mehr als doppelt so hohen Komplexitätsindex in der komplexen Situation (Experiment 2) im Vergleich zur gering komplexen Situation (Experiment 1).

Experiment 1: Situation „Einlaufen des Linksaußen“ im Handball

Experiment 1 prüft die Hypothese, dass hybride Lerner in gering komplexen Situationen aufgrund konkurrierender Interaktion zwischen Top-down- und Bottom-up-Prozessen schlechtere Entscheidungen treffen und längere Entscheidungszeiten benötigen als die singulären Top-down- und Bottom-up-Gruppen.

Methode

Versuchspersonen

43 Studierende (20 männlich, 23 weiblich; im Durchschnitt 23,2 Jahre alt) des Instituts für Sport und Sportwissenschaft der Universität Heidelberg wurden nach dem Zufallsprinzip in drei Gruppen eingeteilt. Die Teilnahme an dem Experiment war Teil der Statistik-Kursauflagen, und alle Teilnehmer bestätigten, dass sie über das Experiment informiert waren. Für ihre Teilnahme erhielten sie einen Schokoladenweihnachtsmann. Zur Vermeidung von Leistungsunterschieden vor der Durchführung des Entscheidungstrainings wurden nur Novizen des Handballs (keine Vereinsspieler) rekrutiert und die potentiellen Einflussfaktoren aus anderen Sporterfahrungen erfasst.

Apparatur und Material

Das Material bestand aus zweihundert Videoszenen einer typischen Handballsituation (Einlaufen des Linksaußen). Die Struktur der Szenen entsprach einer finiten Grammatik, die in vier Transformationsregeln die Wenn-Dann-Regeln des Aufbauspielers beschreibt, die vier Situationen also, in denen der Aufbauspieler das richtige Abspiel zu einem Mitspieler realisiert. Die finite Grammatik der Handballsituation beschreibt alle möglichen Ballwege und Positionen der Abwehr- und Angriffsspieler von einem Startpunkt bis zum Torerfolg. Sie erlaubt, regelgerechte Abspiele zwischen Spielern, die zu einem Erfolg führen, von nicht erfolgreichen Abspielsequenzen zu trennen. Die Bewertung, welche Option in welcher Videosituation optimal ist, wurde im Rahmen eines Expertenratings durchgeführt (vgl. Raab, 2001, für Validierungsprozeduren der Situations- und Testgestaltung). Von den zweihundert Szenen wurden fünfzig Szenen pro Situation benutzt. Die Hälfte aller Videoszenen pro Situation waren regelgerecht und führten zu einem Torerfolg, während die andere Hälfte nicht regelgerecht war und zu einem Ballverlust führte.

Die Videoszenen wurden über einen Beamer auf eine große Leinwand projiziert, vor der Bodenkontaktmatten lagen. Die Matten waren mit den jeweiligen Entscheidungsoptionen beschriftet und so arrangiert, dass sie den möglichen Abspielpositionen eines mit einem roten Trikot markierten Spielers auf der Leinwand entsprachen und von zwei Standkontaktmatten aus erreicht werden konnten. Kontaktmatten und Videosignal zur Messung der Computeruhr wurden über ein Interface gekoppelt, so dass die Entscheidungszeiten (Verlassen oder Betreten von Kontaktmatten) und die möglichen Entscheidungsoptionen von einem Datenaufnahmeprogramm erfasst werden konnten. Die Entscheidungszeit wurde aus der Differenz zwischen einem Rechtecksignal (Genauigkeit von einer Millisekunde) von der Tonspur des Videobandes und der Zeit des Verlassens der Standmatte berechnet. Der Messcomputer konnte durch die Videosignale vor dem eingefrorenen Standbild bei

Ballbesitz des Rückraumspielers und beim Verlassen der Standkontaktmatte auf eine Millisekunde genau die Entscheidungszeit messen und durch das Erfassen der Versuchsperson beim Betreten der Entscheidungskontaktmatte die Richtigkeit der Entscheidung feststellen. Jede Videoszene wurde mit einer Szenennummer eingespielt und endete in einem Ein-Sekunden-Standbild, wenn der Aufbauspieler den Ball bekam. In jeder Szene konnte zwischen einem Abspiele zum Kreisläufer, zum Spieler Linksaußen, zum Spieler Halblinks und zum Spieler Halbrechts entschieden werden. Der aus diesen Videoszenen resultierende Videotest enthielt 51 Szenen, die sich auf die vier Entscheidungsmöglichkeiten nahezu gleich verteilten. Die explizite Messung der Entscheidungskriterien wurde durch einen visuellen und verbalen Wiedergabe- und Wiedererkennungsfragebogen realisiert. Im Wiedergabefragebogen wurde die Struktur der Situation in einem halboffenen Fragebogenteil eruiert, im Wiedererkennungsfragebogen konnten vier Dann-Situationsteile in vorgegebenen Wenn-Situationsteilen sowohl in Textfragen als auch in visuell dargestellten Konstellationen markiert werden.

Versuchsablauf

In einem 3 x 2 faktoriellen Design (Gruppe x Messwiederholung) wurden eine Top-down-Gruppe, eine Bottom-up-Gruppe und eine hybride Gruppe in einem Post- und Retentionstest (Faktor Messwiederholung) auf ihre taktische Entscheidungsqualität und Entscheidungszeit in einer handballspezifischen Situation verglichen. Es wurde kein Prätest durchgeführt, da ein Prätest die Bottom-up-Gruppe zur Produktion von optionsbezogenen Wenn-Dann-Regeln verleitet und das nachfolgende Treatment beeinflusst hätte.

Das Treatment wurde innerhalb von vier Wochen in vier Einheiten á fünfzig Videoszenen unterteilt. Die Szenen wurden Gruppen von zwei bis maximal fünf Teilnehmern gezeigt, die durch Stellwände keinen Sichtkontakt besaßen. Die Top-down-Gruppe lernte vor jeder Treatmenteinheit vier Wenn-Dann-Regeln visuell und verbal kennen und sollte

während der Aneignung die Richtigkeit der Entscheidung aufgrund der Regelstruktur bewerten. Die Bottom-up-Gruppe wurde über die Systematik der Videoszenen nicht unterrichtet, sondern erhielt die Cover-Story, dass es sich um einen sportbezogenen Gedächtnistest handele. Dazu sollten sie sich alle Aktionen des rotgekleideten Aufbauspielers einprägen. Nach jeweils zehn Videoszenen wurden sie in einem Partial-Recall-Test nach den ersten oder zweiten fünf Abspielen des Aufbauspielers gefragt. Die Memorierungsaufgabe sollte die Teilnehmer der Bottom-up-Gruppe davon abhalten, explizit Wenn-Dann-Regeln zu lernen (siehe Stadler, 1995, für ein ähnliches Vorgehen). Sie wussten auch nicht, dass nach dem Treatment eine Testphase folgen würde.

Die Top-down- und die Bottom-up-Gruppe unterschieden sich nur hinsichtlich der Instruktion und der zusätzlichen Memorierungsaufgabe für die Bottom-up-Gruppe. Dieses Verfahren wurde bereits in anderen sensomotorischen (Imanaka & Abernethy, 2000) und kognitiven (Reber, 1976) Aufgaben verwandt, um die Interaktion zwischen Prozessen und den Anteil von zwei Prozessen für das beobachtbare Verhalten zu manipulieren. Der hybriden Gruppe wurden zuerst die Hälfte des Bottom-up-Treatments und anschließend die Hälfte des Top-Down-Treatments mit einer Begründung für den Wechsel präsentiert.

Bei der Bottom-up-Gruppe wurde an jeder Stellwand ein Zettel befestigt, um die Partial-Recall-Leistung zu erfassen. Der Testleiter benutzte zur Ermittlung der ersten fünf oder der zweiten fünf der zu erinnernden Abspiele des Aufbauspielers einen Würfel. In der Woche, in der das letzte Treatment stattfand, wurde der Posttest und vier Wochen später der Behaltenstest für jeden Teilnehmer einzeln durchgeführt. Beide Tests beinhalteten die gleichen Videoszenen. Die Testprozedur bestand aus einem Fragebogen zu persönlichen Daten, dem Videotest mit 10 Probeszenen (mit der Instruktion, so schnell und so gut wie möglich zu entscheiden) sowie einem weiteren Fragebogen am Ende des Retentionsintervalls

zur Erhebung expliziten Wissens. Nach dem Retentionstest wurden ein Instruktions- und Motivationscheck sowie ein Debriefing durchgeführt.

Ergebnisse

Der Median der Differenz zwischen Videosignal und Loslösen von der Standmatte wurde als Entscheidungszeit sowohl für die Gesamtleistung als auch für die regelspezifische Auswertung benutzt. Die Bewegungszeit vom Loslösen der Standmatte bis zum Betreten der Kontaktmatte, die die Entscheidungswahl repräsentierte, wurde wegen weiterer möglicher Konfundierungen hinsichtlich der Bewegungsgeschwindigkeit nicht ausgewertet. Für die Entscheidungsqualität im Entscheidungstest wurde Experten basiert die prozentuale Anzahl richtiger Entscheidungen berechnet. Zwei weitere Experten überführten den verbalen Wiedergabetest sowie den verbalen und visuellen Wiedererkennungstest in ein Punktesystem (siehe Nissen & Bullemer, 1987, für eine ähnliche Bewertung). Der Mittelwert der Expertenbeurteilungen ging als Rohwert für die regelspezifische Messung und die Gesamtwissensmessung der Entscheidungsqualität ein. Die Outlier-Reduktion erfolgte über Winsoring (alle Werte über der zweifachen Standardabweichung für jede Szene wurden durch die zweifache Standardabweichung ersetzt), sie trat in weniger als 2% der Fälle auf. Die Irrtumswahrscheinlichkeit wurde auf 5% festgelegt.

Der Mittelwert der hybriden Gruppe (Entscheidungsqualität: $\underline{M} = 55,58\%$; Entscheidungszeit: $\underline{M} = 5460\text{ms}$) liegt bei der Entscheidungsqualität (Top-down-Gruppe: $\underline{M} = 44,72\%$; Bottom-up-Gruppe: $\underline{M} = 59,38\%$) und der Entscheidungszeit (Top-down-Gruppe: $\underline{M} = 5151\text{ms}$; Bottom-up-Gruppe: $\underline{M} = 5557\text{ms}$) zwischen dem der singulären Gruppen. Alle drei Gruppen liegen mit ihrer Entscheidungsqualität weit über der prozentualen Richtigkeit, die durch die Ratewahrscheinlichkeit erklärt werden kann (bei vier Optionen 25%, vgl. Abbildung 1).

Abbildung 1 hier einfügen

Eine zweifaktorielle Varianzanalyse mit den Faktoren Gruppe und Messwiederholung zeigt signifikante Gruppenunterschiede für die Entscheidungsqualität ($F(2,40) = 3.63, p < .05, \eta^2 = 0.15$) und die Entscheidungszeit ($F(2,40) = 10.75, p < .01, \eta^2 = 0.35$). Es sind keine Unterschiede zwischen Posttest und Behaltenstest ($F(1,42) = .78, p > .05$) und keine signifikante Interaktion zwischen Gruppe und Test nachweisbar, was für eine stabile Aneignungs- und Lernleistung der Gruppen spricht ($F(2,126) = 1.21, p > .05$).

Post-hoc-Analysen (Scheffé) ergeben zudem, dass der hier interessierende Unterschied zwischen der hybriden Gruppe und den singulären Treatments nur bei direkten Vergleichen auftritt. Die hybride Gruppe ist zwar langsamer ($p < .05$) als die Top-down-Gruppe, entscheidet aber tendenziell öfter richtig ($p = .07$). Damit entspricht das Ergebnismuster der Vorhersage von Mathews et al. (1989), dass bei geringer Komplexität die Bottom-up-Gruppe der Top-down-Gruppe überlegen ist ($p < .05$) und die hybride Gruppe unter der Annahme einer konkurrierenden Interaktion der Prozesse keine besseren Leistungen als die singulären Treatments erreicht. Das Ergebnis, dass in gering komplexen Situationen Bottom-up-Gruppen bessere Entscheidungen treffen als Top-down-Gruppen, repliziert frühere Befunde (Raab, 2001). Eine Analyse der regelspezifischen Entscheidungen der vier Optionen ergab keine nennenswerten Unterschiede in der Akzentuierung einzelner Abspielmöglichkeiten. Die Erhebung des quantitativen Regelwissens in den Wiedergabe- und Wiedererkennungstests bestätigt erwartungsgemäß, dass die Top-down-Gruppe mehr und die Bottom-up-Gruppe weniger explizites, also verbalisierbares Wissen verwendet und die hybride Gruppe sich in der Mitte des Leistungsspektrums aufhielt. Ein Kruskal-Wallis-Test für den summierten Gesamtwert aus Wiedergabe- und Wiedererkennungstest ergibt einen signifikanten Unterschied zugunsten der Top-down-Gruppe ($\chi^2(2, N = 43) = 6.74; p < .05$).

Diskussion

Das Ergebnis entspricht den formulierten Erwartungen. Unter der Annahme, dass die beiden Prozesse bei kombinierter Aneignung miteinander konkurrieren, käme es bei der hybriden Gruppe nur zu interferierenden Interaktionen. Die hybride Gruppe ist jedoch nicht signifikant schlechter als die Top-down oder Bottom-up trainierenden Gruppen. Es scheint vielmehr, eine Mischung der Top-down- und Bottom-up-Prozesse führt zu einer teilweisen Nutzung der gelernten Wenn-Dann-Regeln im Videotest und eine teilweise Nutzung der Bottom-up-Prozesse würde dann dementsprechend zu mittleren Entscheidungsqualitäten in den singulären Gruppen führen. Die langsameren Entscheidungen der hybriden Gruppe im Vergleich zur Top-down-Gruppe sprechen ebenfalls für eine konkurrierende Interaktion. Die Alternativerklärung, dass die hybride Gruppe – eventuell beeinflusst durch Merkmale der Testvideos – sowohl Bottom-up- als auch Top-down-Prozesse benutzt, kann aus der Verteilung der Entscheidungen sowie der Entscheidungszeiten nicht bestätigt werden. Beispielsweise findet sich eine unimodale Verteilung der Entscheidungszeiten, die nicht für optionsspezifische schnelle oder langsame Entscheidungsstrategien spricht. Das Ergebnismuster ist konsistent mit den Ergebnissen aus der künstlichen Grammatikforschung (Hayes & Broadbent, 1988; Johnstone & Shanks, 2001) bei simultaner Benutzung von Top-down- und Bottom-up-Prozessen. Für die Benutzung beider Prozesse im Videotest sprechen zwei Befunde: erstens ist die zweigipflige Verteilung der Reaktionszeiten bei den singulären Gruppen nicht festzustellen, was eventuell für eine Trennung der Prozesse je nach Situation sprechen würde, zweitens sind in den verbalen und visuellen Wiedererkennungsleistungen keine Unterschiede innerhalb der einzelnen Wenn-Dann-Regeln nachzuweisen. Dass die Bottom-up-Gruppe auch ohne verbalisierbares Wissen richtige Entscheidungen treffen kann, bestätigen die signifikant schlechteren expliziten Wissensleistungen und die besseren Videotestleistungen dieser Gruppe im Vergleich zur Top-down-Gruppe. Ganz im Sinne der

in der Einleitung geführten Diskussion bedeutet das nicht, dass die Bottom-up-Gruppe überhaupt keine Top-down-Prozesse benutzt. Immerhin konnte Versuchsteilnehmern auf einer normierten Skala von maximal neun Punkten mit einem Mittelwert von 3.12 ($SD = 1.32$) teilweise verbalisierbares Wissen nachgewiesen werden. Die gute Entscheidungsqualität ist auch darauf zurückzuführen, dass durch die Aufmerksamkeitslenkung auf den zentralen Spieler in dieser taktischen Situation (durch die Memorierungsaufgabe induziert) wichtige Informationen aufgenommen worden, die für eine richtige Entscheidung ausschlaggebend sind. Die Anzahl der verbalisierten Wenn-Dann-Regeln sind jedoch um mehr als die Hälfte geringer als die der Top-down-Gruppe. Es kann sogar angenommen werden, dass dieser Unterschied noch größer wäre, wenn die Wissensabfrage direkt nach dem Aneignungstest durchgeführt worden wäre, was wegen der Vergleichbarkeit der Lern- und Behaltensleistungen in diesem Design nicht realisiert werden konnte. Die Ableitung konkurrierender Interaktionen zwischen sequentiell vermittelten Top-down- und Bottom-up-Prozessen kann nur indirekt erfolgen. Die Verbalisierungsdaten der hybriden Gruppe sprechen jedoch dafür, dass Top-down-Prozesse an den Testentscheidungen beteiligt sein könnten. Da zusätzliche Analysen keine systematischen optionsspezifischen Strategien aufdecken konnten, lassen sich die längeren Entscheidungszeiten der hybriden Gruppe mit der Verrechnung von Top-down- mit Bottom-up-Prozessen erklären. Dieses Ergebnismuster deckt sich mit Befunden aus der künstlichen Grammatikforschung. Eine Zurückweisung der Vermutung von synergetischen Effekten zwischen beiden Prozessen ist jedoch verfrüht. Zur Überprüfung der synergetischen Interaktion der beiden Prozesse muss zum Vergleich mit Experiment 1 eine komplexere Situation gefunden werden, da Mathews et al. (1989) kooperierende Interaktionen nur für komplexe Situationen vorhersagen.

Experiment 2: Situation „3:3 Angriff gegen eine 3:2:1 Verteidigung“ im Handball

Experiment 2 sagt für eine komplexe Entscheidungssituation voraus, dass die hybriden Lerner gegenüber den singulären Lernern im Entscheidungstest eine höhere Entscheidungsqualität und kürzere Entscheidungszeiten erzielen.

Methode

Versuchspersonen

53 Studierende (38 männlich und 15 weiblich, im Durchschnitt 26,4 Jahre alt) des Instituts für Sport und Sportwissenschaft der Universität Heidelberg, die nicht an dem Experiment 1 teilgenommen haben, wurden nach dem Zufallsprinzip (unter Gleichverteilung des Geschlechts) in drei etwa gleichgroße Gruppen unterteilt. Die Rekrutierung erfolgte im Sommersemester-Statistikurs.

Apparatur und Material

Das Videomaterial bestand aus Sequenzen der Handballsituation „Angriff 3:3 gegen eine 3:2:1 Verteidigung“. Die Situation unterschied sich gegenüber der im Experiment 1 in drei strukturellen Bedingungen: erstens wurde aufgrund der Konstruktion einer Raumverteidigung (keine direkte Zuordnung von Angriffs- zu Abwehrspielern) die Wahrnehmung der Anordnung von Angriffs- und Abwehrspielern erschwert, zweitens wurde die Anzahl der Optionen erhöht und drittens die Art der Optionen erschwert. Während die Aufgabe in Experiment 1 darin bestand, zwischen vier unterschiedliche Pässen zu Mitspielern zu wählen, bestand die Aufgabe in Experiment 2 darin, sich zwischen drei Pässen und zwei verschiedenen Möglichkeiten eines Wurfes zu entscheiden. Fünf Dann-Optionen sollten so fünfzehn Wenn-Situationen zugeordnet werden, das heißt, statt einer eindeutigen Relation von Wenn-Dann-Regeln, wie im Experiment 1, wurde hier eine nicht eindeutige Relation von drei Wenn- zu einer Dann-Situation realisiert.

Das Material bestand ebenfalls aus Videoszenen, die Experten in die entsprechenden Kategorien unterteilt hatten, so dass jede Option und jede Situation in gleichem Maße im

Entscheidungstest vorkam. Wie in Experiment 1 wurde die eine Hälfte der Szenen je Situation mit einem regelkonformen und die andere Hälfte mit einem nicht regelkonformen Ausgang konstruiert.

Die Testapparatur entsprach ebenfalls der des Experiments 1, nur dass jetzt fünf Entscheidungs-Bodenkontaktmatten vor der Videoleinwand angeordnet waren. Auf Grund der unterschiedlichen Länge der Videoszenen im Test wurde das Signal von der Tonspur der Videokassette kurz vor dem Standbild aktiviert. Dieses Signal dient als Start für die Computeruhr zur Berechnung der Entscheidungszeiten bis zum Loslösen von den Standmatten. Dadurch entstehen insgesamt kürzere absolute Zeiten – im Vergleich zu Experiment 1 – zwischen dem Signal der Tonspur und dem Loslösen von der Standmatte, auch wenn die Entscheidungszeiten in den komplexeren Situationen länger waren.

Versuchsablauf

Ein 3 x 2 faktorielles Design (Gruppe x Messwiederholung) wurde wie in Experiment 1 durchgeführt. Die Top-down-Gruppe, die Bottom-up-Gruppe und die hybride Gruppe wurden in einem Posttest und einem Retentionstest untersucht.

Die Versuchspersonen absolvierten wie in Experiment 1 vier Treatmenteinheiten mit insgesamt zweihundert Videoszenen. Die Darbietung der fünfzehn Wenn-Dann-Regeln für die Top-Down-Gruppe sowie für den zweiten Teil der hybriden Gruppe wurde aus praktischen Gründen über die Treatmentzeit verteilt. Angefangen wurde mit einfach zu unterscheidenden Regeln, die sukzessiv komplexer wurden. Aus sportpraktischen Erwägungen erscheint das Erhalten einer konstanten Anzahl von Lerndurchgängen beim Erlernen von einfachen und komplexen Lerninhalten unsinnig, da komplexere Aufgaben üblicherweise längere Lernphasen benötigen. Aus Gründen der Vergleichbarkeit der Experimente ist das Vorgehen jedoch notwendig, obwohl dadurch in der komplexeren Situation die Unterschiede zwischen den Gruppen geringer werden könnten.

Die Durchführung der Treatments sowie der Videotests und der abschließenden Befragung wurden wie in Experiment 1 organisiert. Die Befragung basierte wieder auf einem Wiedergabe- und einem Wiedererkennungstest. Die Trennung in visuelle und verbale Wiedererkennungsteile wurde aufgegeben, da in Experiment 1 keine Unterschiede hinsichtlich der Präsentationsmodalität bestanden.

Die Datenanalyse und die Festlegung der abhängigen Variablen entsprach weitestgehend denen des Experiments 1. Allerdings wurde keine regelspezifische Analyse, sondern eine optionsspezifische Auswertung herangezogen. Es wurde also nicht die Entscheidungen für jede der fünfzehn Regeln analysiert, sondern nur Entscheidungen hinsichtlich der fünf Optionen. Theoretisch wurde davon ausgegangen, dass die Versuchspersonen ihre Entscheidungen nach den antizipierten Konsequenzen ihrer Handlungen organisieren (Hoffmann, 1993).

Ergebnisse

Wenn der postulierte Synergieeffekt von Mathews et al. (1989) für die Interaktion von sequentiell gelernten Top-down- und Bottom-up-Prozessen bei taktischen Entscheidungen in der experimentell umgesetzten Situation gilt, müsste die hybride Gruppe bessere Entscheidungen treffen. Dieser Effekt findet sich jedoch nicht in den zweifaktoriellen (Gruppe x Messwiederholung) Varianzanalysen für die Entscheidungsqualität oder Entscheidungszeit. Allerdings liegen alle Gruppen erwartungsgemäß über der Ratewahrscheinlichkeit (bei fünf Optionen 20%). Abbildung 2 zeigt zwar um circa 2% (gegenüber Top-down-Gruppe, $\underline{M} = 33,78\%$) beziehungsweise circa 6% (gegenüber Bottom-up-Gruppe, $\underline{M} = 29,45\%$) bessere und zudem schnellere Entscheidungen der hybriden Gruppe ($\underline{M} = 2980\text{ms}$) als die singulären Gruppen (Top-down-Gruppe, $\underline{M} = 3205\text{ms}$; Bottom-up-Gruppe, $\underline{M} = 3153\text{ms}$), doch sind diese Unterschiede statistisch unbedeutend (Entscheidungsqualität: $\underline{F}(2,50) = .16$, $\underline{p} > .1$; Entscheidungszeit: $\underline{F}(2,50) = 1.26$, $\underline{p} > .1$). Die

Aneignungs- und Lernleistungen sind wie in Experiment 1 für die Gruppen gleich stabil (Messwiederholung: $F(1,52) = 1.36, p > .05$; Interaktion Messwiederholung x Gruppe: $F(2,156) = 1.20, p > .05$).

Abbildung 2 hier einfügen

Die optionsspezifische Analyse ergibt bei der hybriden Gruppe im Einzelvergleich mit der Top-down-Gruppe und der Bottom-up-Gruppe nur im Abspiel zum Kreisläufer signifikant bessere Entscheidungsqualitäten und unter Adjustierung des Alpha-Niveaus drei weitere (einmal Qualität, zweimal Zeit) tendenzielle Werte zwischen $p > .05$ und $p < 1$. Unter strikter Signifikanztestung ist die hybride Gruppe jedoch nicht besser als die singulären Gruppen. Die tendenzielle Überlegenheit in einzelnen Optionen lässt sich nicht einfach durch Kovarianzanalysen mit der jeweils anderen abhängigen Variable oder durch Frequenzanalysen der Verteilung der Abspiele für die einzelnen Optionen verringern. Auch eine optionsspezifische Analyse des Regelwissens erklärt den Unterschied zwischen den Gruppen in den Entscheidungen nicht. Allerdings ist festzustellen, dass das quantitative Wissen der Top-down-Gruppe und der anderen beiden Gruppen im Gegensatz zum Experiment 1 nicht signifikant unterschiedlich ausfiel ($\chi^2(2, N = 53) = 1.26; p > .05$). Eine Analyse der optionsspezifischen und regelspezifischen Verteilungen der Reaktionszeiten und Entscheidungswahlen bestätigt wie in Experiment 1, dass keine zweigipfligen Verteilungen in den Entscheidungszeiten oder ungleich verteilte Entscheidungswahlen für options- oder situationsspezifische Strategien sprechen. Jedoch ist wieder festzuhalten, dass die singulären Gruppen in unterschiedlichem Maße Top-down- und Bottom-up-Prozesse benutzen. Das Ergebnismuster der singulären Gruppen dreht sich erwartungsgemäß für die komplexere Situation in Experiment 2 um und bestätigt frühere Befunde, dass Top-down-Prozesse in

komplexen Aufgaben notwendig werden, um bessere Entscheidungen zu treffen (vgl. Raab, 2001).

Diskussion

Es sind keine signifikanten Unterschiede zwischen den hybriden und den singulären Gruppen festzustellen. Allerdings können die deskriptiv besseren Entscheidungen unter geringerer Zeit und die teilweise optionsspezifische Überlegenheit von drei aus fünf Optionen (signifikant einmal und tendenziell zweimal) auch nicht aufgrund weiterer testbarer Erklärungen reduziert werden. Wegen des fehlenden Haupteffektes zwischen den singulären Gruppen und der hybriden Gruppe ist die erwartete Überlegenheit der hybriden Gruppe gegenüber den singulären Gruppen nicht nachzuweisen. Das Ergebnismuster von Mathews et al. (1989) wurde nicht repliziert und bedarf ausführlicher Diskussion.

Zusammenfassende Diskussion

Vier verschiedene Interaktionstypen wurden für das Zusammenwirken von Top-down- und Bottom-up-Prozessen bei taktischen Entscheidungen von Spielern postuliert. Die konkurrierende und die kooperierende Interaktion in Abhängigkeit der Situationskomplexität wurden experimentell getestet, indem die Prozesse entweder isoliert oder kombiniert erlernt und in Entscheidungssituationen angewendet wurden. Nach Mathews et al. (1989) sollte sich eine kooperierende Interaktion nur in komplexen Situationen (Experiment 2) zeigen, nicht aber in gering komplexen Situationen (Experiment 1).

Die konkurrierende Interaktion der Prozesse lässt sich für das Experiment 1 aus den berichteten Entscheidungszeiten und Verteilungen der Entscheidungen ableiten. Die Ergebnisse des Experimentes 2 unterstützen den Nachweis kooperierender Interaktion für komplexe Situationen nicht. Die optionsspezifischen Unterschiede können keinem der vier Interaktionstypen eindeutig zugeordnet werden. Die Frage, welche Kombination das

Ergebnismuster produziert hat, bleibt somit weiterer Forschung vorbehalten. Als mögliche Ursachen für die geringen Unterschiede zwischen der hybriden Gruppe und den anderen Gruppen im Experiment 2 wurde die Treatmentlänge erwähnt. Es ist jedoch nicht auszuschließen, dass die Art des hybriden Treatments oder Testfaktoren dafür mit verantwortlich sind.

Das Ergebnismuster, das zumindest teilweise auch für einen kooperierenden Effekt bei hoher Komplexität spricht, wird durch weitere Experimente in Feldsituationen im Handball und Volleyball (Raab, 2001) unterstützt, in denen entdeckende Lernsituationen gegenüber einfachen Top-down- (intentionalen Lernumgebungen) oder Bottom-up-Strategien (inzidentellen Lernumgebungen) nur in komplexen Situationen überlegen sind (siehe auch Sun, Merrill & Peterson, 2001). Diese Daten sind jedoch nur indirekt nutzbar, da sie aufgrund der verwendeten Methoden keine direkten Schlüsse auf die verwandten Strategien zulassen. Computersimulationen bestätigen konkurrierende Interaktionen durch eine hohe Übereinstimmung mit Entscheidungen von Versuchspersonen im Basketball unter Zeitdruck (vgl. auch Revonsuo & Rossetti, 2000, für Zeitdruckeffekte in weiteren Aufgaben). In diesen Computersimulationen (Raab, 2002c) ist die Interaktionsmanipulation im Vergleich zu den Feldexperimenten zweifellos für das simulierte Verhalten verantwortlich, allerdings sind Bedenken bezüglich des Transfers über die Sportarten Basketball und Handball hinsichtlich der unterschiedlichen Komplexität der dort vorkommenden Situationen angebracht.

Unabhängig von der Liste der Experimente, die einen komplexitätsspezifischen Wechsel der Interaktionsarten bejahen oder verneinen, besteht die zentrale Frage, welchen funktionalen Nutzen die unterschiedlich postulierten Interaktionen unter verschiedenen Anforderungen der Umwelt haben. Warum sollten Wechselwirkungen zwischen Top-down- und Bottom-up-Prozessen in Abhängigkeit von den Anforderungen der Umwelt unterschiedlich effektiv sein? Die selektierenden, konkurrierenden, kooperierenden und

kontrollierenden Interaktionsarten sind mit unterschiedlichen Funktionen verbunden. Die Selektion eines der beiden Prozesse bereits vor ihrer Aktivierung garantiert beispielsweise keine weitere Verrechnung und führt zu schnellem Verhalten. Die konkurrierende und kooperierende Verrechnung gibt relativ vielen Informationen die Möglichkeit, Einfluss auf die Entscheidung zu nehmen. Bei der konkurrierenden Wechselwirkung wird durch die unterschiedliche Gewichtung der Prozesse ein Prozess schneller einen notwendigen Schwellenwert für die Durchführung der Entscheidung erreichen, als dies bei gleichgewichteten kooperierenden Prozessen der Fall ist. Bei kontrollierender Interaktion müssen nicht immer beide Prozesse zur gleichen Zeit aktiv sein und das Verhalten beeinflussen. Für alle vier Interaktionsarten lassen sich eine Reihe von funktionalen Begründungen finden, die auf unterschiedlichen Beschreibungsebenen jede für sich genommen konsistent sind. Es ist deshalb wirkungsvoller zu fragen, ob die Verwendung einer bestimmten Interaktion für ein spezifisches Problem adaptiv ist. Dieses Vorgehen beinhaltet nicht nur die Beschreibung nur indirekt zugänglicher und hypothetischer Lern- und Entscheidungsprozesse, sondern auch die Vorhersage, in welchen Situationen diese Prozesse eingesetzt werden. Die Durchführung eines derart definierten Forschungsprogramms verspricht eine konsequente Bearbeitung dieses zentralen und weiterhin ungelösten Problems sportwissenschaftlicher Forschung und bewertet möglicherweise voreilige Schlussfolgerungen aus aktuellen sportpädagogischen Empfehlungen (McMorris, 1998).

Dass die funktionale Debatte nicht nur ein rein theoretischer Disput ist, sei an folgendem Praxisproblem demonstriert. Ein Handballtrainer muss entscheiden, wie viele Instruktionen er vor dem Explorieren einer Situation seinen Spielern gibt. Dazu kann er – wie im Handball üblich (Sichelschmidt, Eyßer & Späte, 1994) – Wenn-Dann-Regeln angeben oder die Spieler ohne dieses Wissen mit den für die Situationsgestaltung relevanten Einschränkungen (Spielregeln, Anzahl und Art der Optionen etc.) üben lassen. Wenn die

sequentielle Kombination (erst Erfahrungen sammeln und dann formale Regeln instruieren) wie von Mathews et al. (1989) angenommen in komplexen Situationen wirksamer ist als in einfachen, muss der Trainer komplexitätsspezifisch handeln. Bestätigen sich die simultanen Interferenzinteraktionen, sollte der Trainer die Mischung der Prozesse prinzipiell nicht fördern. Eine explizite Formulierung von Traineranweisungen würde in dem Fall, dass die Befunde von Mathews et al. generalisierbar sind, einen Instruktionskatalog erfordern, wie er in taktischen Situationen teilweise in Abhängigkeit von der Komplexität benutzt wird (vgl. Raab, 1999, für ein Katalogbeispiel im Volleyball). Damit wird allerdings auch die Reihenfolge der Vermittlung festgelegt. In komplexen Situationen sollte der Trainer nicht mit Taktikbrett, Taktikzetteln oder ähnlichem beginnen, sondern eine erste Erfahrungssammlung vor der formalisierten Strukturierung realisieren (siehe Mathews et al., 1989, S. 1098, für generelle Konsequenzen dieser Logik). Eine Generalisierung dieses Problems auf die Diskussion über die Benutzung von inzidentellen oder intentionalen Methoden im Technik- und Taktiktraining sei hier nur angedeutet (Raab, 2001). Die vorgestellte Studie löst das Schlüsselproblem der kognitiven Penetrierbarkeit sensomotorischer Prozesse nicht. Sie wirft jedoch andere Fragen auf als bisher. Für die weitere Forschung wird gefordert, mehr die Interaktion als die Isolation von Prozessen zu betrachten. Außerdem kann die Funktionalität und Effektivität dieser Prozesse nur im Zusammenhang mit Umwelтанforderungen beantwortet werden.

Literatur

Bennett, S. J. (2000). Implicit learning should it be used in practice? International Journal of Sport Psychology, 31, 542-546.

Bhalla, M. & Proffitt, D. R. (2000). Geographical slant perception: Dissociation and coordination between explicit awareness and visually guided actions. In Y. Rossetti & A. Revonsuo (Eds.), Beyond dissociation: Interaction between dissociated implicit and explicit processing (pp. 99-128). Amsterdam: John Benjamins Publishing.

Chaiken, S. & Trope, Y. (Eds.). (1999). Dual-process theories in social psychology. New York: Guilford.

Cruse, H., Dean, J. & Ritter, H. (1998). Die Entdeckung der Intelligenz oder können Ameisen denken? München: Beck.

Curran, T. & Schacter, D. L. (1996). Implicit memory and perceptual brain mechanisms. In D. Herrmann, D. McEvoy, C. Hertzog, P. Hertel & M. K. Johnson (Eds.), Basic and applied memory research (pp. 221-240). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Daug, R. & Blischke, K. (1996). Sportliche Bewegungen zwischen Kognition und Motorik. In R. Daug, K. Blischke, F. Marschall & H. Müller (Hrsg.), Kognition und Motorik. Schriften der Deutschen Vereinigung für Sportwissenschaft (Bd. 73, S. 13-35). Hamburg: Czwalina.

Gigerenzer, G. & Todd, P. M. (1999). Fast and frugal heuristics: The adaptive toolbox. In G. Gigerenzer, P. M. Todd & the ABC Research Group (Eds.), Simple heuristics that make us smart (pp. 3-36). Oxford: Oxford University Press.

Gilbert, D. T. (1999). What the mind's not. In S. Chaiken & Y. Trope (Eds.), Dual-process theories in social psychology (pp. 3-11). New York: Guilford.

Hayes, N. A. & Broadbent, D. E. (1988). Two modes of learning interactive tasks. Cognition, 28, 249-276.

Hoffmann, J. (1993). Vorhersage und Erkenntnis. Göttingen: Hogrefe.

Hommel, B. (2000). Intentional control of automatic stimulus-response translation. In Y. Rossetti & A. Revonsuo (Eds.), Beyond dissociation: Interaction between dissociated implicit and explicit processing (pp. 221-242). Amsterdam: John Benjamins Publishing.

Hossner, E.-J. (2001). Sportmotorik zwischen neuronalen Aktivitäten, kognitiven Funktionen und phänomenalem Erleben. Psychologie und Sport, 8, 139-148.

Imanaka, K. & Abernethy, B. (2000). Distance-location interference in movement reproduction. In Y. Rossetti & A. Revonsuo (Eds.), Beyond dissociation: Interaction between dissociated implicit and explicit processing (pp. 41-69). Amsterdam: John Benjamins Publishing.

Johnstone, T. & Shanks, D. R. (2001). Abstractionist and processing accounts of implicit learning. Cognitive Psychology, 42, 61-112.

Masters, R. S. W. (2000). Theoretical aspects of implicit learning in sports. International Journal of Sport Psychology, 31, 530-541.

Mathews, R. C., Buss, R. R., Stanley, W. B., Blanchard-Fields, F., Cho, J. R. & Druhan, B. (1989). Role of implicit and explicit processes in learning from examples: A synergistic effect. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 5, 1083-1100.

McCabe, T. J. (1976). A complexity measure. IEEE Transactions on Software Engineering, 2, 308-320.

McMorris, T. (1998). Teaching games for understanding: Its contribution to the knowledge of skill acquisition from a motor learning perspective. European Journal of Physical Education, 3, 65-74.

Nissen, M. J. & Bullemer, P. (1987). Attentional requirements of learning. Cognitive Psychology, 19, 1-32.

Paillard, J. (1991). The cognitive penetrability of sensorimotor mechanisms: A key problem in sport research. International Journal of Sportpsychology, 22, 244-250.

Pisella, L. & Rossetti, Y. (2000). Interaction between conscious identification and non-conscious sensori-motor processing. In Y. Rossetti & A. Revonsuo (Eds.), Beyond dissociation: Interaction between dissociated implicit and explicit processing (pp. 129-152). Amsterdam: John Benjamins Publishing.

Raab, M. (1999). Taktiklernen heißt, die Sprache des Spiels lernen. Teil 2. Volleyballtraining, 23(1), 46-47.

Raab, M. (2001). SMART: Techniken des Taktiktrainings – Taktiken des Techniktrainings. Köln: Sport und Buch Strauß.

Raab, M. (2002a). Decision Making in Sports: Influence of Complexity on Implicit and Explicit Learning. Manuscript submitted for publication.

Raab, M. (2002b). Beyond description! Why BAR-ELI failed to explain decision making in sports. A reply to: Risk-Taking Strategies in Sport and Physical Education: A Theoretical Model. Sportwissenschaft, 32, 320-325.

Raab, M. (2002c). T-ECHO: Model of decision making to explain behavior in experiments and simulations under time pressure. Psychology of Sport and Exercise 3, 151-171.

Reber, A. S. (1976). Implicit learning of artificial languages: The role of instructional set. Journal of Experimental Psychology: Human Learning and Memory, 2, 88-94.

Reber, A. S. (1989). Implicit learning and tacit knowledge. Journal of Experimental Psychology: General, 118, 219-235.

Revonsuo, A. & Rossetti, Y. (2000). Dissociation and interaction. In Y. Rossetti & A. Revonsuo (Eds.), Beyond dissociation: Interaction between dissociated implicit and explicit processing (pp. 353-367). Amsterdam: John Benjamins Publishing.

Ripoll, H. (1991). The understanding-acting process in sport: The relationship between semantic and the sensorimotor visual function. International Journal of Sport Psychology, 22, 221-243.

Rossetti, Y. & Revonsuo, A. (Eds.). (2000). Beyond dissociation: Interaction between dissociated implicit and explicit processing. Amsterdam: John Benjamins Publishing.

Schacter, D. L., McAndrews, M. P. & Moscovitch, M. (1988). Access to consciousness: Dissociations between implicit and explicit knowledge in neuropsychological syndromes. In: L. Wieskrantz (Ed.), Thought without language (pp. 242-278). Oxford: Oxford University Press.

Sichelschmidt, P., Eyßer, W. & Späte, D. (Hrsg.). (1994). Entscheidungstraining für Angreifer. Münster: Phillipka.

Simon, H. A. (1956). Rational choice and the structure of environments. Psychological Review, 63, 129-138.

Stadler, M. A. (1995). Role of attention in implicit learning. Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 21, 674-685.

Sun, R. (1997). Learning, action and consciousness: A hybrid approach toward modeling consciousness. Neural Networks, 10, 1-15.

Sun, R., Merrill, E. & Peterson, T. (2001). From implicit skills to explicit knowledge: A bottom-up model of skill acquisition. Cognitive Science, 25, 203-244.

Vickers, J. N., Livingston, L. F., Umeris-Bohnert, S. & Holden, D. (1999). Decision training: The effect of complex instruction, variable practice and reduced delayed feedback on the acquisition and transfer of a motor skill. Journal of Sport Sciences, 17, 357-367.

Wiemeyer, J. (2001). Conscious representations of movement: Structure and assessment. In J. Munzert, S. Künzell, M. Reiser & N. Schott (Hrsg.), Bewegung, Bewusstsein, Lernen (S. 1-12). Gießen: Eigenverlag.

Wood, R. E. (1986). Task complexity: Definition of the construct. Organizational Behavior and Human Decision Processes, 37, 60-82.

Wulf, G. & Prinz, W. (2000). Bewegungslernen und Instruktionen. Zur Effektivität ausführungs- vs. effektbezogener Aufmerksamkeitsfokussierungen. Sportwissenschaft, 30, 289-297.

Autorenhinweis

Ich danke Henning Plessner, Jutta Miller und Christian Gröschner für die kritischen und hilfreichen Kommentare zu einer früheren Fassung des Manuskriptes und Jörg Schorer für die Mithilfe bei der Durchführung der Experimente.

Die Experimente sind Teil einer Forschung, die durch Forschungsgelder des Bundesinstituts für Sportwissenschaft (VF 0407/06/16/95 und VF 0407/06/13/96) finanziert und am Institut für Sport und Sportwissenschaft in Heidelberg durchgeführt wurden.

Korrespondenz, die diesen Artikel betrifft, kann geschickt werden an: Markus Raab, Max-Planck-Institut für Bildungsforschung, Center for Adaptive Behavior and Cognition, Lentzeallee 94, 14195 Berlin, Tel. 030/82406350, e-mail: raab@mpib-berlin.mpg.de

Abbildungsüberschriften

Abbildung 1. Links, prozentuale Entscheidungsqualität der drei Treatmentgruppen für den Posttest. Die Ratewahrscheinlichkeit liegt bei 25 %. Rechts, Entscheidungszeit (ms) von dem Tonsignal auf dem Videoband bis zur Reaktion der Versuchsperson.

Abbildung 2. Links, prozentuale Entscheidungsqualität der drei Treatmentgruppen. Die Ratewahrscheinlichkeit liegt bei 20 %. Rechts, Entscheidungszeit (ms) von dem Tonsignal auf dem Videoband bis zur Reaktion der Versuchsperson.