

Please request reprints and cite the original paper!

This text is published in the following reference:

Raab, M. & Tielemann, N. (2005). Implizite Auswahl und Ausführung von komplexen Bewegungen. In: A. Kibele: *Nichtbewusste Handlungssteuerung im Sport* (S. 1-12). Universität Kassel.

Implizite Auswahl und Ausführung von komplexen Bewegungen im Sport

Markus Raab & Nele Tielemann

Universität Flensburg, Institut für Bewegungswissenschaften und Sport

Abstract

Handlungen müssen ausgewählt und ausgeführt werden. Während die implizite Ausführung von Bewegungen zahlreiche Forschungsbemühungen erfährt, ist die nicht-bewusste Auswahl insbesondere komplexer Bewegungen selten untersucht worden und soll Schwerpunkt des Übersichtsvortrags sein. Auf der Grundlage der theoretischen Annahme, dass einfache Strategien die Auswahl und Ausführung von komplexen Bewegungen steuern, wird ein Forschungsprogramm vorgestellt (Raab & Gigerenzer, 2005). Dabei stehen drei Fragestellungen im Vordergrund. Wie generieren Sportler Handlungsmöglichkeiten in einer dynamischen Umwelt (Johnson & Raab, 2003)? Wie wählen Sportler zwischen gegebenen bzw. generierten Handlungsalternativen aus (Raab, 2003)? Wie lernen Sportler die Prozesse der Handlungsgenerierung und Handlungsauswahl zu kombinieren und zu verbessern (Raab, Masters & Maxwell, in press)?

Für die Handlungsgenerierung werden Experimente vorgestellt, die situationsangemessene Such-, Stopp- und Entscheidungsregeln beinhalten und durch Verhaltensdaten sowie Blickbewegungsanalysen einfache Strategien beschreiben. Für die Handlungsauswahl und der Verbesserung dieser Handlungsauswahl über den Lernprozess werden Experimente dargestellt, die implizite versus explizite sowie hybride Lernprozesse kontrastieren und deren Effekte in spezifischen Situationen beschreiben. Das erweiterte und revidierte Modell SMART-ER (Raab, 2001; Situation Model of Anticipated Response consequences of Tactical decisions – Extended and Revised) beschreibt die Auswahl und Ausführung von Bewegungen und wird zur Zeit hinsichtlich seiner neurophysiologischen Grundlagen geprüft (Hill & Raab, 2005).

1 Einleitung

Die implizite Auswahl und Ausführung von komplexen Bewegungen kann auf unterschiedlichen Ebenen beschrieben werden. Im Folgenden werden wir uns nur auf die kognitive Ebene beschränken und die Auswahl und Ausführung von Bewegungen durch einfache kognitive Strategien (Heuristiken) beschreiben (Raab & Gigerenzer, 2005). Eine weitere Einschränkung besteht darin, dass sportbezogene komplexe Bewegungen beschrieben werden, die durch entsprechende experimen-

taltaugliche Reduzierungen im Labor untersucht werden können. Implizite Prozesse werden dabei von expliziten Prozessen nur auf der Ebene der Verbalisierungsfähigkeit unterschieden (vgl. Sun, Slusarz & Terry, 2005 für ein formalisierte Darstellung und Jackson & Farrow, in press, für eine sportbezogene Darstellung). Auf dem Kontinuum impliziter und expliziter Pole der Auswahl und Ausführung von Bewegungen werden implizite Prozesse angenommen, wenn Versuchsteilnehmer nicht die Strategien für die Auswahl oder die Ausführung von Bewegungen benennen können (vgl. Raab, 2003).

Einfache Strategien sind durch ihre Komponenten (Bausteine) und deren Zusammensetzung definiert. Der Nutzen und die Einsatzmöglichkeit der Heuristiken wird durch die gegebenen Aufgaben- und Situationsmerkmale (Hinweisreize) bestimmt. Als Analogie sei an das Periodensystem aus der Chemie erinnert. Die Elemente im Periodensystem bestehen aus einer kleinen Zahl von gemeinsamen Einheiten (Elektronen, Neutronen usw.), die im Folgenden in Bausteine der Informationsverarbeitung für die Informationssuche, den Stopp der Informationssuche, für Regeln der Entscheidung und Regeln der Ausführung unterteilt werden. Diese Bausteine können in ihrer verschiedenen Zusammensetzung – wie die rund 110 Elemente im Periodensystem – zu Heuristiken zusammengesetzt werden. Die Heuristiken selbst sind miteinander verknüpfbar und können durch (oft nur temporäre) Verbindung das Verhalten beschreiben. Was für das Periodensystem gilt, dass die Elemente aus den jeweiligen Gruppen mehr oder weniger geeignet sind, kurz- oder langfristig miteinander zu interagieren, gilt entsprechend für Heuristiken.

Am Beispiel der Anforderungen an einen Tischtennispieler soll dies verdeutlicht werden. Beim ersten Kontakt mit der Sportart wird im Anfängertraining häufig erst mit einer einzelnen Technik begonnen, beispielsweise einem Vorhandschlag (Topspin). Allerdings wird am Ende der ersten Stunden recht zügig gespielt, so dass der Spieler entscheiden muss, ob er den Ball nach links oder rechts spielt. Die Aufgabe wird entsprechend schwieriger, wenn er Vorhand und Rückhand spielen kann und auf jeder Seite verschiedene Techniken wie Topspin oder Techniken mit Unterschnitt erlernt. Die gerade im Tischtennis geringe Zeit zwischen der Auswahl und der Ausführung einer Technik erfordert die Reduktion der komplexen Anforderungen durch wenige einfache Strategien. Für die Auswahl der möglichen Techniken der Vorhand- und Rückhand bzw. der Schlagrichtung wird eine einfache Strategie benutzt, die wir TakeTheFirst-Heuristik nennen. TakeTheFirst wird in Kapitel 2 erläutert und zeigt wie in einer Heuristik Aufmerksamkeits- und Wahrnehmungsaspekte die Such- und Stoppregeln als auch die Entscheidungsregeln beschreiben. Wie der Name der Heuristik schon nahe legt, sollten Spieler mit Erfahrung in dieser Situation die erste intuitiv generierte Option wählen. Die gewonnene Zeit bleibt zur besseren Ausführung der Bewegung. Für die Ausführung wird die BatFlat-Heuristik in Kapitel 4 beschrieben, die eine Bewegungstrajektorie des Schlägers annimmt, die besonders kurz vor dem Treffpunkt mit dem Ball den Winkel des Schlägers kon-

stant hält. Abbildung 1 zeigt, wie die allgemein und oft unzusammenhängenden Informationsverarbeitungsprozesse durch die Beschreibung in Heuristiken in wenigen Bausteinen der Informationssuche, des Stopps der Suche, der Entscheidung und der Ausführung integrativ beschrieben werden können.

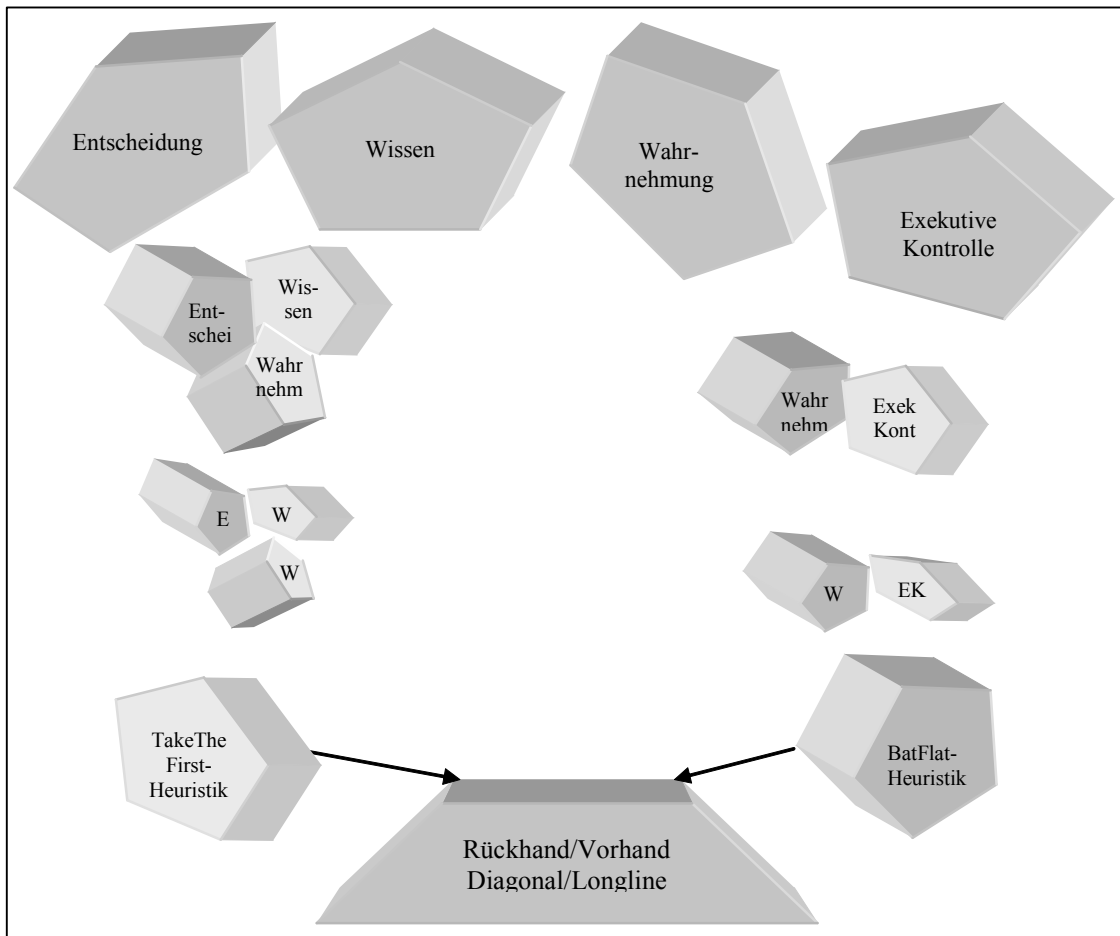


Abb. 1: Heuristiken mit Zuordnung zu klassischen Informationsverarbeitungsprozessen und Fertigkeiten.

Abbildung 1 beschreibt eine Auswahl klassischer Informationsprozesse, die durch Heuristiken ersetzt werden. Am Tischtennisvorhandschlag wird exemplarisch dargestellt, wie sich aus den Wahrnehmungsprozessen (Wie werden Informationen aufgenommen?), aus den Aufmerksamkeitsprozessen (Welche Informationen werden selektiert?), aus den Entscheidungsprozessen (Welche Handlung wird ausgeführt?) und aus den Ausführungsprozessen (Wie wird die Bewegung kontrolliert?) die Heuristiken TakeTheFirst-Heuristik (Kapitel 2) und die BatFlat-Heuristik (Kapitel 4) für das Returnieren eines Tischtennisaufschlags zusammensetzen.

Die Bausteine der Informationsverarbeitung bestehen aus mehr oder weniger unabhängigen Einheiten, welche die Suche nach Information, den Stopp der Informationssuche und die Entscheidung selbst beschreiben. Sie sind auf den Ebenen der Sensorik (Wahrnehmung, Aufmerksamkeit), der „höheren“ Kognition (Denken, Ur-

teilen, Entscheiden) und der Motorik (Ausführungsprozesse) angesiedelt. Die Suche von Informationen bezieht sich zum einen auf Hinweisreize, die dabei helfen zwischen verschiedenen Handlungsalternativen zu unterscheiden (Vorhand oder Rückhand). Zum anderen besteht die Aufgabe in vielen Situationen auch darin, Handlungsalternativen zu generieren aus denen ausgewählt werden kann. Der Stopp der Informationssuche wird durch interne und externe Faktoren bestimmt. Beispielsweise kann der Stopp der Informationssuche durch das Finden einer zufrieden stellenden Handlungsalternative im Suchprozess ausgelöst werden. Dabei müssen nicht primär Handlungen unter Nutzung aller zur Verfügung stehenden Informationen generiert werden, wogegen Situationsfaktoren und interne Systembeschränkungen (limitierte Informationsverarbeitung) sprechen, sondern Handlungen, die mit wenigen wichtigen Informationen geplant und ausgeführt werden (vgl. Kapitel 4). Das ist besonders dann der Fall, wenn Situationen schnelle und nicht unbedingt nur qualitativ gute Entscheidungen erfordern. Zentral für das Verhalten ist nicht nur welche Informationen (Suchstrategie) und wie viele Informationen (Stoppstrategie) verarbeitet werden, sondern vor allem wie diese Informationen für die entsprechende Handlung umgesetzt werden.

2 Wie generieren Sportler Handlungsmöglichkeiten in einer dynamischen Umwelt?

Ein zentrales und bisher im Sport unzureichend untersuchtes Problem ist die Optionsgenerierung durch interne oder externe Suchstrategien. Oder anders ausgedrückt: Wie kommt ein Spieler auf die möglichen Handlungen in dynamischen Situationen? In vielen Situationen offener Sportarten müssen zunächst die möglichen Optionen generiert werden, um sich anschließend aus diesen für eine zu entscheiden. Beim Problem der Optionsgenerierung werden je nach theoretischem Hintergrund vor der Realisierung einer Handlung verschiedene Antizipationsprozesse unterschieden, die funktional für die Festlegung der Handlungsziele sowie auf die Entwicklung eines Handlungsplans bezogen sind (vgl. Nitsch & Munzert, 1997, S. 124). Diese Antizipationsprozesse wurden bei handlungstheoretischen Ansätzen in der sportwissenschaftlichen Forschung spezifiziert und differenziert (vgl. Höner, 2002). Die Sequentialität beziehungsweise Parallelität dieser Prozesse ist bislang nicht ausreichend behandelt worden und es scheint intuitiv plausibel, dass die spezifische Situation (zum Beispiel im Fußball das Dribbeln in Richtung Abwehr gegenüber einer Freistoß-Situation) die Interaktion der Prozesse beeinflusst. Wie aber generieren Sportler ihre möglichen Handlungsalternativen, die sie über das Training erworben haben und die durch die aktuelle Situationswahrnehmung beeinflusst werden? Werden Handballspielmacher mittleren Leistungsniveaus beim Stopp einer Videosituation aufgefordert intuitiv eine Spielhandlung (zum Beispiel Wurf zum Kreisspieler mit einem Bodenpass) anzugeben und so viele weitere Optionen wie möglich für diese Situation zu nennen, sowie am Ende aus den generierten Optionen die beste Entscheidungsalternative auszuwählen, zeigt sich, dass die

Spieler überwiegend die zuerst generierte Option für die Beste halten und im Durchschnitt nur wenige weitere Optionen pro Szene generieren. Zudem ergibt sich, dass die Angemessenheit der gewählten Optionen linear mit ihrer Entfernung von der zuerst generierten Option abnimmt (Less-Is-More-Effekt). Die auf diesen Befunden entwickelte Heuristik (TakeTheFirst) beschreibt, dass Optionen nach ihrer Validität für die spezifische Situation aus dem Gedächtnis abgerufen werden. Der Ausgangspunkt dieser Generierung ist durch die spezifische Situation und die Strukturierung der Optionen im Gedächtnis determiniert. Johnson und Raab (2003) haben herausgefunden, dass Angriffsspieler im Handball zwei unterschiedliche Generierungsstrategien benutzen. Die eine Gruppe von Spielern sucht räumlich, d.h. erst alle Optionen auf der linken Seite und dann alle Optionen auf der rechten Seite oder der Mitte. Die andere Gruppe von Spielern sucht funktional, d.h. erst alle Passmöglichkeiten auf der linken und rechten Seite und dann alle Wurfmöglichkeiten. Diese indirekt aus den generierten Optionen abgeleiteten Suchstrategien konnten jüngst auch direkt mit Blickbewegungsanalysen nachgewiesen werden. Sie passen zudem zu den traditionell eingesetzten Vermittlungsstrategien in diesem Bereich (vgl. Johnson & Raab, 2003, für einen Überblick).

Ob nichtverbalisierbare Prozesse bei Entscheidungen anderen Prozessen überlegen sind, muss differenziert beantwortet werden. In vier Laborexperimenten im Sportspiel waren implizite Entscheidungsprozesse nur in kognitiv oder perzeptuell einfachen Situationen überlegen, während verbalisierbare Wissensanteile in komplexen Situationen bei Entscheidungen von Vorteil waren (Raab, 2003). Eine Kombination impliziter und expliziter Vermittlung (hybrides Lernen) ergab nur in komplexen Situationen eine Verbesserung, während in einfachen Situationen die Entscheidungen hybrid Lernender zu schlechteren Entscheidungen führte als implizite oder explizite Entscheidungsprozesse (Raab, 2002b).

3 Wie wählen Sportler zwischen Handlungsalternativen aus?

In dem Kapitel 2 haben wir den Fall besprochen, wie Optionen generiert werden, die anschließend zur Handlungsauswahl zur Verfügung stehen. Wie bereits dargestellt, werden nicht etwa alle möglichen Handlungen generiert, sondern systematisch einige wenige, die besonders geeignet für die Situation erscheinen. Dementsprechend wird bei der nachfolgenden Entscheidung, welche Optionen ausgewählt werden sollen, auch von angemessenen Optionen gesprochen und nicht von optimalen. Dieser Unterschied ist deskriptiv und präskriptiv (Kapitel 5) bedeutsam, da damit für sportliche Entscheidungen aufgrund limitierter Zeit und kognitiver Ressourcen die Auswahl nicht deterministisch sondern probabilistisch beschrieben werden sollte (vgl. Munzert & Raab, in Druck).

Für die Auswahl von Optionen wurden in der Sportwissenschaft überwiegend deterministische Modelle vorgeschlagen (vgl. Höner, 2002; Roth, 1989; Tenenbaum & Bar-Eli, 1993), die davon ausgehen, dass die Option mit dem höchsten Produkt aus Nutzen und Erfolgswahrscheinlichkeit gewählt wird. Interessante Alternativerklä-

rungen haben sich in letzter Zeit etabliert, die diese Ansätze erweitern (Busemeyer & Townsend, 1993) oder gänzlich Kontraste setzen (Gigerenzer, Todd & ABC Research Group, 1999). Die TakeTheFirst-Heuristik aus dem Kapitel 2 unterscheidet sich zwar hinsichtlich der Nutzenkalkulation von den oben genannten deterministischen Modellen, sagt aber trotzdem aus, dass zumindest normativ die erste Option die „Beste“, d.h. angemessene Alternative bei erfahrenen Spielern ist, was sich deskriptiv auch überwiegend zeigen lässt. Probabilistische Modelle haben in letzter Zeit aber auch im Sport vermehrt an Bedeutung gewonnen, in denen mit Wahrscheinlichkeiten die Auswahl von Handlungsoptionen bspw. zu passen oder selbst auf den Korb zu werfen im Basketball untersucht worden sind (vgl. Raab, 2002a; Raab & Johnson, 2004).

4 Wie Lernen Sportler die Prozesse der Handlungsgenerierung und Handlungsauswahl zu kombinieren und zu verbessern?

Für das Erlernen der Handlungsauswahl haben sich Ansätze entwickelt, die sich lerntheoretisch auf zwei Dimensionen unterscheiden lassen. Auf der Dimension der Unbewusstheit/Bewusstheit werden Lernmethoden mit Schwerpunkt impliziter und expliziter Prozesse unterschieden. Auf der Dimension der Generalität/Spezifität werden Ansätze unterschieden, die sportartspezifisch oder sportartunspezifisch sind. Beispiele für die daraus resultierende Vier-Felder-Tafel von Ansätzen ist der explizite und sportartunspezifische Ansatz des „Teaching Games for Understanding“ (Bunker & Thorpe, 1982 und seine Erweiterungen, Kirk & MacPhail, 2002; McMorris, 1998), der vermehrt implizite und sportartunspezifische Ansatz der Ballschule für den jüngeren Altersbereich (Roth & Kröger, 1999), der explizite aber sportspezifische Ansatz des „Decisional Trainings“ (Vickers, 2003) und der implizite und sportartspezifische Ansatz „SMART“ (Raab, 2001), der in Kapitel 5 ausführlicher beschrieben wird.

Für die Auswahl komplexer Bewegungen haben sich ebenfalls eine Reihe von Ansätzen in der Sportwissenschaft etabliert, die in letzter Zeit integrativ dargestellt wurden (vgl. Hossner & Künzell, 2003) und hier nicht wiederholt werden müssen. Wichtiger erscheinen Konzepte, die die Auswahl und Ausführung gemeinsam beschreiben und experimentell untersuchen. Beispielsweise wurden Zwei-Phasen-Modelle (vgl. Roth, 1989), die Was-Entscheidungen (Welche Option soll ausgeführt werden?) und Wie-Entscheidungen (Wie soll die Option ausgeführt werden?) durch Zwei-Prozess-Modelle abgelöst worden (Raab, 2001; Sun et al., 2005). In beiden Modellvarianten fehlte bislang jedoch die gemeinsame Untersuchung von Auswahl und Ausführung. In einem aktuellen Projekt wurden experimentell deshalb implizite und explizite Lernprozesse der Handlungsauswahl und der Handlungsausführung verbunden (vgl. Raab, Masters & Maxwell, in press). Ein zentrales Ergebnis ist, dass Handlungsauswahl und Handlungsausführung bereits früh in Lernphasen (bspw. innerhalb eines Jahrestrainings) kombiniert werden können, ohne dass Auswahl und Ausführung interferieren. Zudem zeigen sich kurz- und langfristig

bessere Entscheidungsleistungen gegenüber den üblichen technikorientierten Trainingsmaßnahmen. Die Überlegenheit eines sportartspezifischen und impliziten Trainings der Handlungsauswahl und der Handlungsausführung liegt im Nachweis der Verbesserungen der Bewegungen, wenn gleichzeitig Auswahl und Ausführung trainiert werden. Auf der Grundlage einer Komponentenanalyse konnte gezeigt werden, dass systematisch die Anzahl der Freiheitsgrade der Gelenkpunkte bei Vorhand- und Rückhandschlägen über den Lernverlauf reduziert werden. Dies konnte von reinen Übungseffekten durch den Einsatz von bekannten und unbekannt Sequenzen von Vorhand- und Rückhandschlägen differenziert werden (Raab, et al., in press).

5 SMART-ER

Im Sport existiert eine Reihe von „Prinzipienlisten“ bspw. für Trainingsprinzipien im Allgemeinen (vgl. Martin, Carl & Lehnertz, 1991) und für das Techniktraining im Leistungssport (vgl. Hossner, Raab & Wollny, 1996). Für die „Techniken des Taktiktrainings“ wurden Empfehlungen bislang jedoch selten systematisch dargestellt (vgl. Raab, 2001, für einen Überblick). Diese Techniken werden aus empirischen Modellprüfungen zur Erklärung taktischer Lern- und Entscheidungsprozesse (SMART: Situation Model of Anticipated Response-consequences in Tactical decisions) abgeleitet (vgl. Abb. 2).

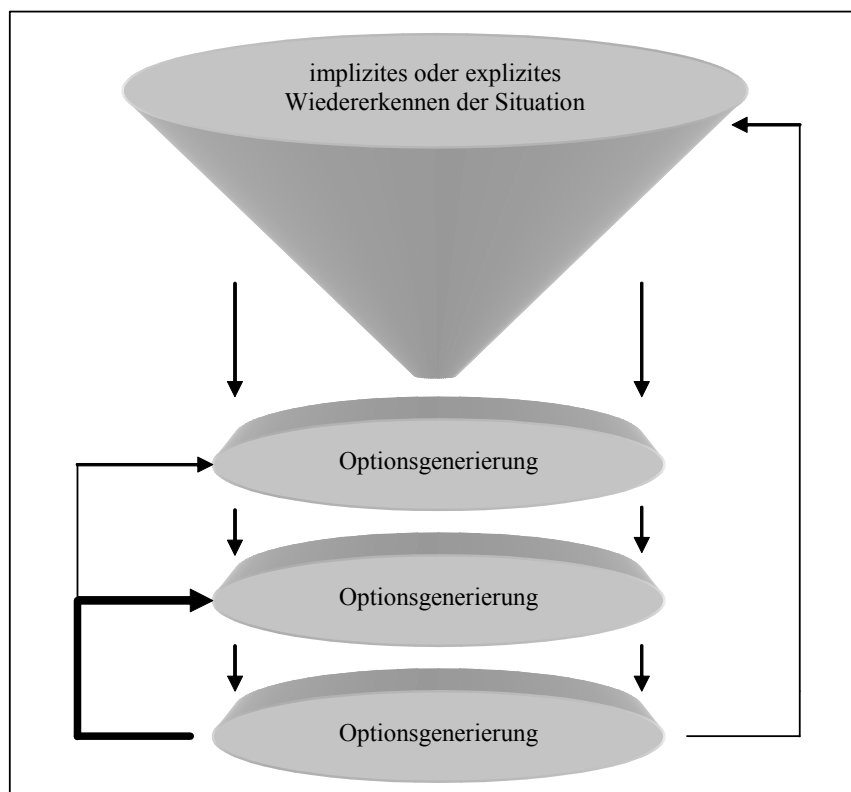


Abbildung 2: SMART-Situation Model for Anticipated Response consequences of Tactical decisions. Erläuterungen im Text.

Das Modell SMART beschreibt die implizite oder explizite Situationsanalyse. Dadurch werden die Komponenten der Wahrnehmung (Bottom-up-Prozesse) und der verbalisierbaren Wissensstrukturen (Top-down-Prozesse) während des Wiedererkennens der Situation dargestellt (vgl. Sun, et al., 2005 für eine aktuelle formalisierte Beschreibung der Prozesse, Raab, 2002b, für mögliche sportrelevante Interaktionen zwischen den Prozessen). Aus dieser Wiedererkennung werden entsprechende Hinweisreize oder Muster von Hinweisreizen extrahiert, die zur Optionsgenerierung und zur Optionsauswahl herangezogen werden. Gemäß den beschriebenen Vorstellungen werden nur wenige wichtige Informationen benutzt, um wenige aber situationsangemessene Optionen zu generieren, die dann dazu führen, dass die erste oder eine der ersten generierten Optionen ausgewählt werden. Die beobachtbaren Effekte einer Entscheidung (z. B. Torerfolg) werden dann benutzt, um stärker gewichtet (siehe die Dicke der Linien und Pfeile in der Abbildung 2) spätere Optionsauswahlen, Optionsgenerierungen und bei vermehrten Misserfolgen die Situationswahrnehmung zu verändern bzw. anzupassen. Welche Konsequenzen dieses Modell konkret für das Training hat, wurde in Rezepten wie „Techniken des Taktiktrainings und Taktiken des Techniktrainings“ bereits verdeutlicht (vgl. Raab, 2001).

6 Ausblick

Die implizite Ausführung von einfachen und komplexen Bewegungen war jahrelang ein zentraler Forschungsschwerpunkt psychologischer und sportpsychologischer Forschung (vgl. Frensch, 1998; Masters, 2000). Der Aspekt der impliziten Auswahl von Handlungen wurde erst in letzter Zeit durch eine Reihe neuerer Ansätze ergänzt (vgl. Munzert & Raab, in Druck). Ein in diesem Kapitel besonders akzentuierter Aspekt aktueller Forschung ist es nun diese beiden Forschungslinien zusammenzuführen. Welche Modelle die implizite Handlungsauswahl und die Handlungsausführung komplexer Bewegungen normativ, deskriptiv und präskriptiv geeignet beschreiben, kann nicht geklärt werden, da bislang solche Forschungsprogramme nicht existieren. Auch die Einbindung neurophysiologischer (Hill & Raab, 2005) oder simulativer Verfahren (Raab, Perl & Zechnall, 2004) erlauben bislang kaum präzise Beschreibungen und noch weniger eindeutige Anweisungen, wie Sportler die Auswahl und Ausführung von Bewegungen in dynamischen und komplexen Umwelten erlernen.

Die Forschung ist der Beschreibung und Erklärung der oft mühelos wirkenden Leistungen der impliziten Auswahl und Ausführung von komplexen Bewegungen ein gutes Stück näher gekommen. Menschliches Leben ohne diese Fähigkeiten ist schwer vorstellbar und sollte deshalb innerhalb und außerhalb des Sports mehr Aufmerksamkeit verdienen.

Literatur

- Bunker, D., & Thorpe, R. (1982). A model for the teaching of games in the secondary school. *Bulletin of Physical Education*, 10, 9-16.
- Busemeyer, J. R. & Townsend, J. T. (1993). Decision field theory: A dynamic-cognitive approach of decision making in an uncertain environment. *Psychological Review*, 100, 432-459.
- Frensch, P. A. (1998). One concept, multiple meanings: On how to define the concept of implicit learning. In M. A. Stadler & P. A. Frensch (Hrsg.), *Handbook of implicit learning*. (S. 47-104). Thousand Oaks: Sage Publications.
- Gigerenzer, G., Todd, P. & The ABC Research Group (Eds.). (1999). *Simple heuristics that make us smart*. Oxford: Oxford University Press.
- Hill, H., & Raab, M. (2005). Spatio-temporal analysis of a complex visuo-motor tracking task with brain electrical event related potentials. *Human Movement Science*, 24,1, 23-44.
- Höner, O. (2002). Der Strukturalismus als metatheoretische Perspektive für interdisziplinäre Theorienbildung in der Sportwissenschaft. *Sportwissenschaft*, 32, 32-47.
- Hossner, E.-J. & Künzell, S. (2003). Motorisches Lernen. In H. Mechling & J. Munzert (Hrsg.), *Handbuch Bewegungslehre-Bewegungswissenschaft* (S. 131-153). Schorndorf: Hofmann Verlag.
- Hossner, E.-J., Raab, M. & Wollny, R. (1996). Zusammenfassung und Verdichtung von Alltagstheorien. In K. Roth (Hrsg.), *Techniktraining im Spitzensport* (S. 65-99). Köln: Sport und Buch Strauss.
- Jackson, R. C. & Farrow, D. (in press). Implicit perceptual training: How, When, and Why? *Human Movement Science*.
- Johnson, J. & Raab, M. (2003). Take The First: Option generation and resulting choices. *Organizational Behavior and Human Decision Processes*, 91, 215-229.
- Kirk, D., & MacPhail, A. (2002). Teaching games for understanding and situated learning: Rethinking the Bunker–Thorpe model. *Journal of Teaching in Physical Education*, 21, 177-192.
- Martin, D., Carl, K. & Lehnertz, K. (1991). *Handbuch Trainingslehre*. Schorndorf: Hofmann Verlag.
- Masters, R. S. W. (2000). Theoretical aspects of implicit learning in sports. *International Journal of Sport Psychology*, 31, 530–541.
- McMorris, T. (1998). Teaching games for understanding: Its contributions to the knowledge of skill acquisition from a motor learning perspective. *European Journal of Physical Education*, 3, 65-74.
- Munzert, J. & Raab, M. (in Druck). Informationsverarbeitung, Denken, Entscheidungen im Sport. In B. Strauß & W. Schlicht (Hrsg.), *Enzyklopädie für Psychologie, Sportpsychologie*.

- Nitsch, J. R. & Munzert, J. (1997). Handlungstheoretische Aspekte des Techniktrainings – Ansätze zu einem integrativen Modell. In J. R. Nitsch, A. Neumaier, H. de Marées & J. Mester (Hrsg.), *Techniktraining* (S. 109-172). Schorndorf: Hofmann Verlag.
- Raab, M. (2001). SMART: *Techniken des Taktiktrainings – Taktiken des Techniktrainings* (Dissertation). Köln, Sport und Buch Strauß.
- Raab, M. (2003). Decision making in sports: Implicit and explicit learning is affected by complexity of situation. *International Journal of Sport and Exercise Psychology*, 1, 406-433.
- Raab, M. (2002a). T-ECHO: Model of decision making to explain behavior in experiments and simulations under time pressure. *Psychology Sport and Exercise*, 3(2), 151-171.
- Raab, M. (2002b) Wechselwirkungen taktischer Entscheidungsprozesse von Sportspielern. *psychologie und sport*, 9, 145-158.
- Raab, M. & Gigerenzer, G. (2005). Intelligence as smart heuristics. In R. J. Sternberg, J. Davidson, & J. Pretz (Eds.), *Cognition and intelligence* (pp. 188-207). Cambridge: Cambridge University Press.
- Raab, M. & Johnson, J. (2004). Individual differences of action-orientation for risk-taking in sports. *Research Quarterly and Exercise Sport*, 75, 326-336.
- Raab, M., Masters, R., Maxwell, J. (in press). Improving the how and what decisions of table tennis elite players. *Human Movement Science*.
- Raab, M., Perl, J., & Zechnall, D. (2004). Visually driven movements or motor driven vision? Visuo-motor mapping of continuous movements in a dynamically controlled network. *Bewegung und Training*. Zugriff am 07.01.2004 unter <http://www.bewegung-und-training.de>.
- Roth, K. (1989). *Taktik im Sportspiel*. Schorndorf: Hofmann Verlag.
- Roth, K. & Kröger, C. (2002). *Ballschule*. Schorndorf, Germany: Hofmann.
- Sun, R., Slusarz, P. & Terry, C. (2005). The interaction of the explicit and the implicit in skill learning: A dual-process approach. *Psychological Review*, 112, 159-192.
- Tenenbaum, G. & Bar-Eli, M. (1993). Decision making in Sport: A cognitive perspective. In R.N. Singer, M. Murphey & L.K. Tennant (Hrsg.), *Handbook of research of sport psychology* (S. 171-192). New York: Maxwell.
- Vickers, J. N. (2003). Decision training: An innovative approach to coaching. *Canadian Journal for Women in Coaching*, 3, 1-9.