

Please request reprints and cite the original paper!

This text is published in the following Reference:

Raab, M. (2000). Ein hybrides Modell zur Erklärung taktischer Entscheidungsprozesse unter Zeitdruck. In J.-P. Janssen (Ed.), *Leistung und Gesundheit Themen der Zukunft* (S. 204-208). Köln: bps.

**(Markus Raab, Institut für Sport und Sportwissenschaft, Universität Heidelberg)**

Ein hybrides Modell zur Erklärung taktischer Entscheidungsprozesse unter Zeitdruck

## EINLEITUNG

Entscheidungen im Sportspiel finden fast ausnahmslos unter Zeitdruck statt. Konsens ist, daß Entscheidungen durch die Stärke des Zeitdrucks beeinflusst werden; dies wurde vereinzelt auch empirisch überprüft (vgl. Kuhl & Beckmann, 1983; Roth, 1991). Die Erklärungen wie Zeitdruck Entscheidungsprozesse beeinflusst, fußen bis jetzt eher monotheoretisch auf dem Erwartungs- x Wertmodell von Heckhausen (1989). Das Ziel der vorliegenden Forschung wird es sein, darzustellen, daß eine durch die Decision-Field Theorie (DFT: Townsend & Busemeyer, 1995) beschriebene Modellierung mit weniger Annahmen Entscheidungsverhalten unter Zeitdruckbedingungen erklären kann. In der DFT ist es möglich, die Präferenzumkehr innerhalb einer Entscheidung zu beschreiben. Die dynamische Modellierung von Entscheidungsprozessen kann damit eindeutige Annahmen zu intra- und interindividuellen Differenzen bilden, ohne auf verschiedene Entscheidungsstrategien (vgl. Kuhl & Beckmann, 1983) zurückgreifen zu müssen. Dazu bedient sich die DFT insgesamt sieben Parametern, die neben den zentralen Annahmen zur Präferenzrichtung, der Präferenzstärke, der Präferenzumkehr vor allem reale Zeit in den dynamischen Entscheidungsprozeß implementiert. Anhand einer Modellierung taktischer Entscheidungsprozesse im Basketball soll aufgezeigt werden, daß die Entscheidungen von Versuchspersonen durch die zur Verfügung stehende Zeit moderiert werden. Es wird angenommen, daß unterschiedlich starker Zeitdruck Entscheidungspräferenzen verändert. Dazu werden zwei Datensätze aus Laborexperimenten zum taktischen Entscheidungsverhalten im Basketball mit den Entscheidungen einer Computersimulation verglichen. Die Ergebnisse zeigen, daß die Simulation in einem

hybriden lokalen neuronalen Netz (ECHO: Thagard, 1989) die Präferenzumkehr in unterschiedlichen Zeitdruckbedingungen mit derselben Entscheidungsregel und variierenden Startpräferenzen beschreiben kann. Zum Verständnis von Entscheidungsprozessen wird deshalb eine Forschungsstrategie im Wechselspiel von Simulation und Experiment vorgeschlagen, die auf den bisherigen Ergebnissen aufbaut.

## METHODE

Für die Modellierung von taktischen Entscheidungen wurde eine Computersimulation benutzt. Trotz einiger nötiger Reduktionsschritte, eignet sie sich zur Manipulation komplexer Modellparameter, da die Dynamik besonders im Sportspiel vergleichsweise sehr kurzer Entscheidungsprozesse gut kontrolliert analysiert werden kann. Mit der Wahl der Methode kauft man sich auf der einen Seite ein, daß die implementierten Modelle nicht falsifiziert werden können (vgl. Ueckert, 1983), auf der anderen Seite aber ihre Validitätsprüfung durch Vergleiche mit humanen Daten gelingen kann. Die ausgewählte Situation „Centerrotation“ erlaubte – aus der Sicht des rechten Flügelspielers – vier Handlungsalternativen (Korbwurf, Paß zum Post, Paß zum Center, Paß zum Aufbauspieler). Die Simulation erfolgte in einem lokalen neuronalen Netz. Das Netz ECHO (Explanatory Coherence for Harmonic Optimization: Thagard, 1989) besitzt semantisch bedeutsame Knoten (bspw. Spieler, Entscheidungen) deren Aktivitätsveränderungen durch folgenden Algorithmus beschrieben werden können:

$$a_j(t+1) = a_j(t)(1-\theta) + \frac{\text{net}_j(\max - a_j(t))}{\text{net}_j(a_j - \min)} \text{ wenn } \text{net}_j > 0 \text{ sonst}$$

$a_j$  bezeichnet die Aktivität des  $j$ ten Knoten zum Zeitpunkt  $t$  von dem der Aktivitätszuwachs durch einen Vergessensparameter  $\theta$  relativiert und  $\text{net}_j$  als Summe von  $w_{ij} a_j(t)$  addiert wird. Die Iterationen der Simulation repräsentieren den Vorgang der immer besseren Befriedigung aller Bedingungen (constraint satisfaction) bei der Entscheidungsauswahl. Zur Umsetzung der Annahmen in das lokale neuronale Netz wird folgendes Vorgehen gewählt. *Erstens* werden Wahrnehmungs- und Wissensanteile mit separaten lokalen Netzen implementiert. Jedes dieser Netze enthält Knoten mit einer inhaltlich bestimmten Startaktivität zwischen  $-1$  und  $+1$ . Die Gewichte der Verbindungen zwischen den Knoten werden

durch Zufallszahlen generiert, die einen geringen Anfangswert um Null herum besitzen. Der Vergessensparameter wird auf 0.2 gesetzt. Ein Vektor wird als Prompt für die spezifischen Wissens- oder Wahrnehmungsanteile der Situation gebildet und mit der Gewichtsmatrix kreuzmultipliziert. Die Definition der Vektoren ergibt sich aus den für die wissens- und wahrnehmungsbasierte Entscheidungssituation spezifischen hohen Aktivitäten relevanter Knoten und den geringen Aktivitäten irrelevanter Knoten. Das System erreicht nach einem Abbruchkriterium Kohärenz (Veränderung von Iteration  $I_{(t)}$  zu  $I_{(t+1)} < 0.001$ ), so daß die Endaktivitäten aller Knoten determiniert sind. Hohe Aktivität eines Entscheidungsknoten bedeutet, daß dieser gegenüber den anderen einen hohen Erklärungswert besitzt. *Zweitens* werden die Endaktivitäten der einzelnen Wahrnehmungs- und Wissens-Netzwerke als neue Startaktivitäten für die Entscheidungsknoten in ein Gesamtnetz gegeben (T-ECHO: Tactical decision-ECHO), in dem die vier Knoten für die Wahrnehmungs-, Wissens- und Entscheidungsseite definiert sind. Die Prozedur wird anschließend erneut durchgeführt.

## ERGEBNISSE

Auf deskriptiver Ebene ist festzuhalten, daß T-ECHO im Durchschnitt 17,8 Iterationen benötigt, um zu einer alle Bedingungen befriedigenden Entscheidung zu kommen (vgl. Abb. 1).

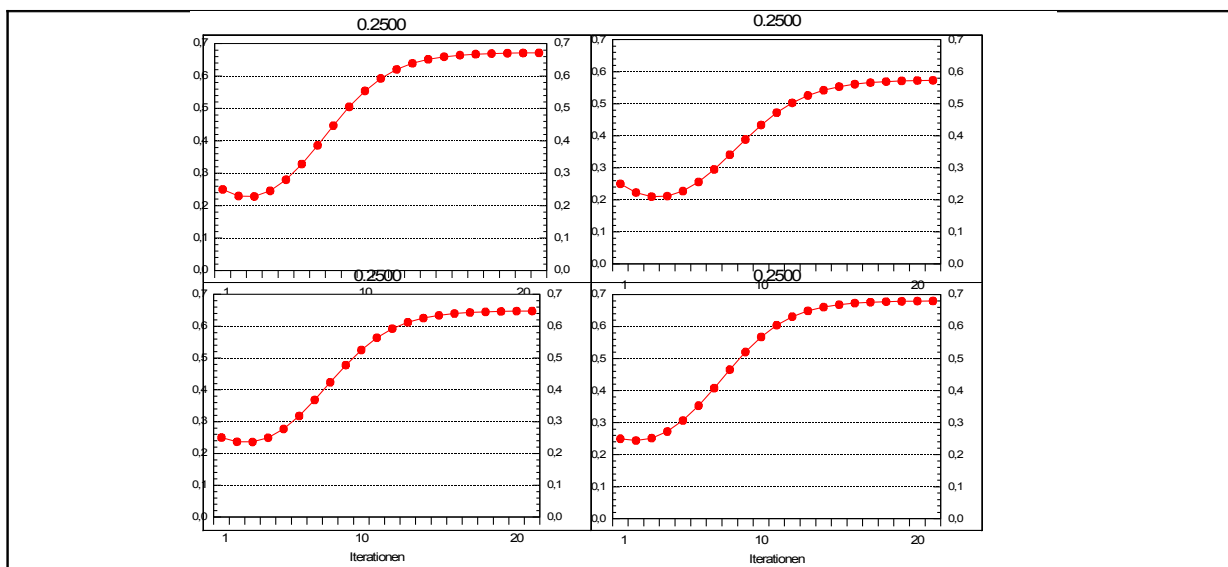


Abb. 1: Aktivitätsveränderungen der Entscheidungsknoten Korb (links oben), Post (rechts oben), Center (links unten) und Aufbau (rechts unten)

Werden keine Zeitlimitierungen eingebaut, so entscheidet sich T-ECHO mit einer Aktivierung von .68 für einen Korbbwurf, von .57 für den Paß zum Post, von .64 für den

Paß zum Center und von .67 für den Paß zum Aufbauspieler. Gemäß der Fragestellung werden jetzt Zeitdruckbedingungen eingeführt, um ihren Einfluß auf die Präferenzen der Simulation zu prüfen. Abbildung 2 zeigt den Vergleich der simulierten und in zwei Experimenten (gemittelten) Entscheidungsqualitäten unter verschiedenen Zeitdruckbedingungen für T-ECHO. Der Zeitdruck für die Simulation wurde durch die Festsetzung einer maximal 5- oder 10fachen Iteration implementiert.

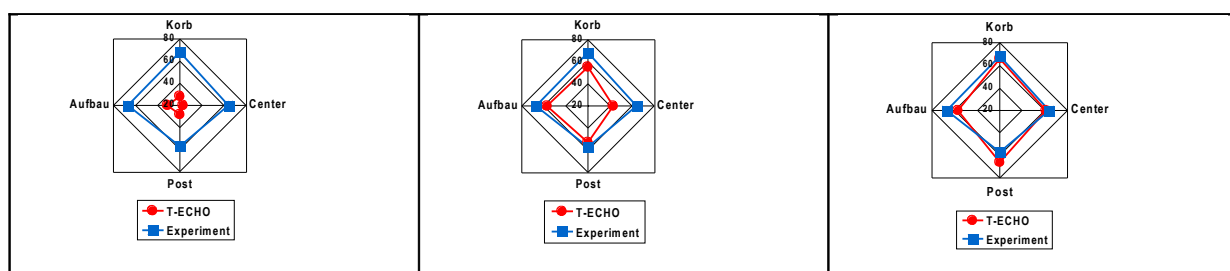


Abb. 2: Simulations- und Experimentdaten unter verschiedenen Zeitdruckbedingungen (links: Iteration=5; Mitte: Iterationen=10; rechts: ohne Iterationsbegrenzung)

In Abbildung 2 sind die Veränderungen der Simulationsdaten im Vergleich zu den humanen Daten von hohem Zeitdruck (links) bis zu keinem Zeitdruck (rechts) dargestellt. Es kann gezeigt werden, daß die Simulation sich den humanen Daten für einzelne Entscheidungen unter verschiedenen Zeitdruckbedingungen unterschiedlich gut anpaßt. Während beispielsweise die Simulation für den Aufbauspieler und den Paß zum Post unter den Iterationsbegrenzungen von fünf und zehn die – gegenüber den anderen Entscheidungen – besten Näherungen erreicht, dreht sich das Ergebnismuster ohne Iterationsbegrenzung um. Hier erzielen Center und Korbwurf die besten Näherungen mit den humanen Daten. Entscheidend für die theoretische Diskussion ist, daß die Simulation bei zufälliger Setzung des Ankerpunktes und wohlgerneht desselben Entscheidungsalgorithmus unterschiedliche Präferenzen für die Handlungsalternativen trifft (Präferenzumkehr).

## DISKUSSION

Die zur Verfügung stehende Zeit beeinflußt die Wahl der Handlungsalternativen (Roth, 1991). Als Erklärung wurde bislang in der Sportwissenschaft die Auswahl unterschiedlicher Entscheidungsregeln herangezogen (vgl. Kuhl & Beckmann, 1983; Roth, 1991). Die Ergebnisse der Simulation zeigen, daß mit einer Implementation einfacherer Annahmen sehr gute Übereinstimmungen mit humanen

Entscheidungsdaten getroffen werden können. In der dynamischen Modellierung der Entscheidungen muß lediglich (zunächst zufällig) ein Ankerpunkt ausgewählt und die Entscheidungszeit durch die Anzahl der Iterationen begrenzt werden. Ankerpunkte können jedoch nicht nur zufällig entstehen, sondern sind durch Persönlichkeits- und Situationsfaktoren moderiert. Hier sollten m.E. Simulationen helfen, die im Sport sehr schnellen aber auch inter- und intraindividuell differierenden Entscheidungen durch Zusatzannahmen weiter zu verstehen. Exemplarisch ist dieses Vorgehen bei den Persönlichkeitsfaktoren wie folgt denkbar: Die empirisch gefundene Bestätigung, daß Lageorientierte Spieler (LO) komplexere Regeln benutzen (Roth, 1991; Kuhl & Beckmann, 1983), während Handlungsorientierte Spieler (HO) einfachere Regeln anwenden, kann in T-ECHO annahmeärmer implementiert werden (vgl. Raab, im Druck). Der HAKEMP Fragebogen in den oben beschriebenen Basketballexperimenten ergab, daß LO-Spieler eher den Paß zum Aufbauspieler und HO-Spieler eher den Korbwurf präferierten. In T-ECHO müßten entsprechend die Startaktivitäten der betroffenen Entscheidungsalternativen für LO-Spieler der Aufbau-Spieler, für HO-Spieler der Korbwurf erhöht werden, um dies abzubilden. Für weitere Persönlichkeitsfaktoren oder auch eine Reihe von Situationsfaktoren liegen diese Ergebnisse jedoch nicht vor. Hier bietet nun die Simulation geeignete hypothesengenerierende Implementationsmöglichkeiten. Für die Modellierung taktischer Entscheidungen erscheint m.E. deshalb die dynamische Computer-Simulation die Methode der Wahl. Die Simulationsergebnisse sollten experimentell jedoch immer extern validiert werden.

## LITERATUR

- Heckhausen, H. (1989). Motivation und Handeln. (2. Auflage). Springer: Heidelberg.
- Kuhl, J. & Beckmann, J. (1983). Handlungskontrolle und Umfang der Informationsverarbeitung: Wahl einer einfachen (nicht optimalen) Entscheidungsregel zugunsten rascher Handlungsbereitschaft. Zeitschrift für Sozialpsychologie, 14, 242-250.
- Raab, M. (im Druck). Modellierung taktischer Entscheidungen. In J. Perl (Hrsg.), Vortrag gehalten auf der dvs-Sektionssitzung Sportinformatik in Konstanz, 1998.

- Thagard, P. (1989). Explanatory Coherence. Behavioral and Brain Sciences, 12, 435-502.
- Townsend, J.T. & Busemeyer, J. (1995). Dynamic representation of decision-making. In R.F. Port & T. von Gelder (Hrsg.), Mind as Motion (S. 101-120). Cambridge: MIT-Press.
- Ueckert, H. (1983). Computer-Simulation. In J. Bredenkamp & H. Feger, (Hrsg.), Hypothesenprüfung. Enzyklopädie der Psychologie Serie 4. Band 5. (S. 530-616). Göttingen: Hogrefe.