

Forschung

Bewegende Ereignisse – ein Versuch über die menschliche Motorik

ERNST-JOACHIM HOSSNER

Die empfundene Mühelosigkeit gelungener Bewegungen mag verführerisch wirken – verführerisch für die Akteure, aber auch für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler, die es sich zur Aufgabe gemacht haben, die dieser Mühelosigkeit zu Grunde liegenden Kontrollprozesse aufzuklären. Denn was liegt näher, als als Basismetapher für das Verständnis solcher Prozesse einen Mechanismus aus dem Alltagsleben heranzuziehen, der bei ähnlicher Mühelosigkeit ähnlich komplexes Verhalten verursacht: Ich entscheide mich dazu, ein Glas zu ergreifen, und die Bewegung läuft ohne weiteres Zutun fehlerfrei ab – ich drücke mit der Maustaste auf einen Start-Button auf dem Monitor und das Computer-Programm läuft ohne weiteres Zutun fehlerfrei ab. Die inzwischen über die Grenzen der Bewegungswissenschaft hinaus verbreitete Schema-Theorie von Schmidt (1975) folgt genau diesem Gedankengang, sind es doch in zeitlich und dynamischer Hinsicht abgestimmte Impulse an die Muskulatur, die kontrolliertes Bewegungsverhalten ermöglichen sollen. Computeranaloge Modelle dieser Art leiden jedoch an einem erheblichen Schönheitsfehler – und dieser Schönheitsfehler basiert keineswegs auf dem naiven, wenngleich verständlichen Missfallen, das einen überkommt, wenn man als Mensch mit einem Computer gleichgesetzt wird –, der Schönheitsfehler ist vielmehr der folgende: Modelle dieser Art funktionieren nicht!

Die Frage, warum dies so ist, wird in der mit dem Carl-Diem-Preis 2001/2002 prämierten Habilitationsschrift von Hossner (2002) genauso angegangen wie eine Reihe weiterer grundlegender Fragen, die sich aus einer funktionalen Sicht des Bewegungsproblems ergeben. Letzteres ist in einfachen Worten so zu definieren, dass es aufzuklären gilt, wie es einem bewegungsbegabten Organismus nicht nur gelingt, Veränderungen in der Welt vorherzusagen, sondern darüber hinaus – unter Rückgriff auf seine besondere Begabung – dazu beizutragen, dass diese Veränderungen für ihn positiv ausfallen. Dieses Problem mag sich aus der subjektivphänomenalen Innensicht des Organismus wie von selbst lösen, ist aber gleichwohl alles andere als ein triviales. Die oben angeführten Schematheorie beispielsweise funktioniert schon allein deshalb nicht, weil Muskelimpulse in keiner – z.B. mit Geburt – fixierten Beziehung zu Veränderungen von Stellungen der Gliedmaßen im Raum stehen.¹ Solche Beziehungen gilt es vielmehr zu erlernen und immer wieder an wechselnde konstitutionelle und konditionelle Gegebenheiten anzupassen. Dieser (Um-)Lernprozess wiederum kann sinnvollerweise nur im Hinblick auf Effekte in der Welt erfol-

gen, die unter den Bedingungen der gegebenen Ausgangssituation in Abhängigkeit von den efferenten Steuersignalen erzielt werden: Wenn sich meine Hand in einer bestimmten Position vor mir auf dem Tisch befindet, führen die gegebenen Steuerimpulse dazu, dass ich erfolgreich ein Glas an einer anderen Position auf dem Tisch ergreife oder auch nicht. Bewegungskontrolle kann daher nicht – wie von Schmidt (1975) postuliert – in Maßen der Efferenz erfolgen, sondern muss auf den Effekten basieren, die mit der Bewegung realisiert werden sollen. Ereignisse, die mir passieren, und Ereignisse, an deren Zustandekommen ich beteiligt bin und die mithin als Effekte des eigenen Verhaltens zu kennzeichnen sind, fallen somit prinzipiell in ein- und dieselbe Klasse – eben in die Klasse der Ereignisse: *Bewegende Ereignisse*.²

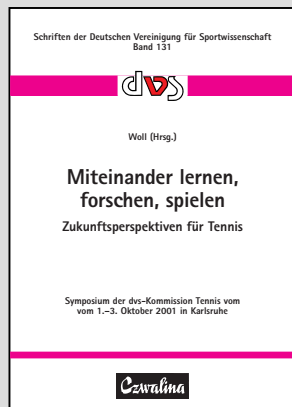
Zur Verdeutlichung des soeben skizzierten Gedankengangs wird in Hossner (2002) das Bild eines Übersetzers gewählt, der in einem Zimmer eingeschlossen ist und dort aus einem Rohrpostsystem Zettel mit ihm unverständlichen (sensorischen) Zeichen erhält, die er unter Rückgriff auf vorhandene Übersetzungsregeln so zu bearbeiten hat, dass er angemessene (motorische) Zeichen in ein Ausgabefach wirft, deren eventuelle Effekte er aber wiederum nur aufgrund der (sensorischen) Zeichen beurteilen kann, die einige Zeittakte später in den Eingängen des Rohrpostsystems einlaufen.³ Das grundlegende Problem für den Übersetzer in diesem *Badischen Zimmer* besteht offenbar darin, angemessene Regelwerke zu erstellen und bestehende Regeln zu optimieren. Dabei ist zum ersten festzuhalten, dass dem Übersetzer nur eine höchst rudimentäre Intelligenz zuzusprechen ist, die sich z.B. auf Prozesse wie die Feststellung von Übereinstimmungen beschränkt, denn bekanntlich ist der Gedanke eines denkenden kleinen Männchens im Kopf kein guter. Zum zweiten darf die Metapher nicht so gestaltet werden, dass an irgend einer

¹ Bewegungswissenschaftler/innen dürften an dieser Stelle das *Bernstein-Problem* wiedererkennen (Bernstein, 1967). In komputationaler Sprache handelt es sich bei dem angesprochenen Punkt um das *Problem der Nichtkonvexität inverser Kinematik* (Jordan, 1994).

² Diese Argumentation für eine effektkontrollierte Motorik fußt – wie Motorikfachmännern und -frauen erneut ins Auge gesprungen sein dürfte – auf den Modellen der gemeinsamen Wahrnehmungs-Handlungs-Kodierung von Prinz (1990), der antizipativen Verhaltenskontrolle (Hoffmann, 1993), des Response-Effekt-Lernens (Ziebler & Nattkemper, 2001) sowie der Ereigniskodierung (Hommel, Müsseler, Aschersleben & Prinz, 2002). Für den Ereignischarakter eigenen Handelns siehe auch Prinz, Aschersleben, Hommel und Vogt (1995).

³ Die Wahl der Metapher basiert natürlich auf dem berühmten Gedankenexperiment des *Chinesischen Zimmers* von Searle (1980). Da es Searle jedoch – bildhaft gesprochen – in erster Linie um den in dem Zimmer eingeschlossenen Übersetzer geht, sich die hier referierten Gedanken jedoch – ebenso bildhaft gesprochen – auf die Ausbildung und Optimierung der Übersetzungsregeln drehen, erfolgte eine Modifikation in der Metaphernkennzeichnung – realisiert durch Überführung des Zimmers in den Heidelberger Raum.

Neuerscheinungen in der dvs-Schriftenreihe



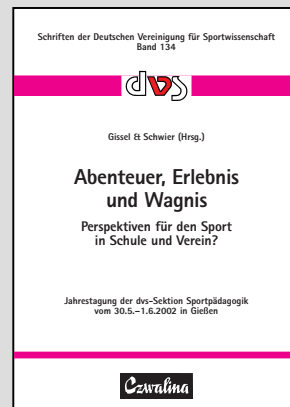
dvs Band 131
Hamburg: Czwalina 2003
ISBN 3-88020-413-6
ca. 180 Seiten. 20,00 €.*
**Subskriptionspreis
bis 30.04.2003: 15,00 €.**



dvs Band 132
Hamburg: Czwalina 2003
ISBN 3-88020-416-0
ca. 352 Seiten. 30,00 €.*
**Subskriptionspreis
bis 30.04.2003: 25,00 €.**



dvs Band 133
Hamburg: Czwalina 2002
ISBN 3-88020-417-9
ca. 208 Seiten. 22,50 €.*
**Subskriptionspreis
bis 30.04.2003: 17,50 €.**



dvs Band 134
Hamburg: Czwalina 2003
ISBN 3-88020-420-9
ca. 200 Seiten. 22,50 €.*
**Subskriptionspreis
bis 30.04.2003: 17,50 €.**

Die Bände erscheinen im Frühjahr 2003. Lassen Sie sich schon jetzt vormerken!

(* dvs-Mitglieder erhalten 25% Rabatt auf den späteren Ladenpreis)

Richten Sie Ihre Vorbestellungen an:

dvs-Geschäftsstelle · Postfach 73 02 29 · 22122 Hamburg · Tel.: (040) 67941212 · eMail: dvs.Hamburg@t-online.de

Stelle des Zimmers *von außen* Intelligenz in die anstehenden Prozessierungen gesteckt wird. Ein solcher Fehler wird beispielsweise dann begangen, wenn in die Ausbildung der Relationen zwischen sensorischen sowie motorischen Signalen und resultierenden Effekten von einer fehlerfreien Interpretation der bestehenden situativen Ausgangssituation oder einer fehlerfreien Überführung der motorischen Steuersignale in Bewegungen ausgegangen wird. Ebenso unplausibel, weil von außen hereingesteckt, ist eine Festlegung von Zeitabschnitten, in denen sich entweder die Wahrnehmung an der während dieser Zeit nicht weiter optimierten Motorik oder umgekehrt die Motorik an der während dieser Zeit nicht weiter optimierten Wahrnehmung strukturiert.⁴ Genau an dieser Stelle – also bei der Konzeptualisierung von Kontroll- und Lernprozessen unter Rückgriff auf systemexterne Intelligenz, die aber eigentlich systemintern entwickelt werden müsste – lassen sich für eine Reihe bestehender Theorieansätze Schwachpunkte aufzeigen. Diese werden wahrscheinlich nur deshalb nicht offensichtlich, weil es einem auch als Rezipient bestehender Theorien schwer fällt, auf gewohnte Bedeutungszuweisungen zu verzichten, also beispielsweise den in einem „Theoriekästchen“ abgebildeten Buchstaben S, der sich aus einer bestimmten Konstellation von sensorischen Signalen S_1 - S_n ergeben soll, *nicht* mit der Interpretation zu belegen, die er selbst für diese Konstellation für angemessen hält, sondern vielmehr die Frage offen zu halten, welche Interpretationsmöglichkeiten denn dem Organismus offen

4 Für eine ausführliche Darstellung des hier angesprochenen Unterbestimmtheitsproblems sowie einen auf Lösungsvorschlag, der auf merkmalspezifischer Ereigniskodierungen beruht, siehe Hossner und Künzell (2003, in Druck).

stehen, dem dieses „Theoriekästchen“ zugeordnet wird. Für Gedankenordnungen dieser Art mag das von Hossner (2002) vorgeschlagene Gedankenexperiment des *Badischen Zimmers* hilfreich sein.⁵

Zusammenfassend folgt aus einer streng funktionalen Betrachtung des Bewegungsproblems also eine Reihe von Konsequenzen für die Formulierung bewegungswissenschaftlicher Theorien. Darüber hinaus wird der Blick jedoch auch auf „Löcher“ gelenkt, die der Motorikforschung verborgen blieben, obwohl sie sich dem empirischen Zugriff keineswegs entziehen. Im Empirieteil der Carl-Diem-prämierten Arbeit von Hossner (2002) wird der Blick in diesem Sinne auf zwei Bereiche gelenkt, die von der bewegungswissenschaftlichen Forschung bislang eher stiefmütterlich behandelt worden sind: die Ausbildung von sensomotorischen Ereignisketten unter zeitlichen Randbedingungen sowie die Konsequenzen der Fokussierung von Zwischenereignissen solcher Ketten auf motorische Kontrollprozesse. Innerhalb des erstgenannten Bereichs wurde zunächst der Erklärungswert einer effektkontrollierten Motoriktheorie überprüft, wenn man eine im Vergleich zu üblichen Aufgaben der psychologischen Motorikforschung komplexe Bewegungsaufgabe verwendet, in der mit zwei Hebeln, die in insgesamt sechs Dimensionen zu bewegen sind, vorgegebene Sequenzen erlernt werden müssen. Unter Rückgriff auf die 3-Sekunden-Gegenwartshypothese von Pöppel (1997) konnte anschließend nachgewiesen werden, dass (unter bestimmten Bedingungen) die Effektantizipation in

5 Für eine ausführliche Darstellung des Gedankenexperiments sowie weiterer Konsequenzen für die Konzeptualisierung sensomotorischer Kontroll- und Lernprozesse siehe auch Hossner (2003).

einzelnen „Gliedern“ solcher Ereignisketten stärker ausfallen, wenn in der Übungsphase die Effekte des aktuellen Verhaltensakts und des vorangegangenen in ein einziges 3-Sekunden-Gegenwartsfenster fallen als wenn dies nicht der Fall ist. Der zweite Bereich, der im Rahmen der insgesamt neun Studien angegangen wurde, bezog sich auf das in der Sportpraxis bekannte Problem reduzierter Bewegungsqualität durch bewegungsbezogene Aufmerksamkeitslenkungen, übersetzbar als Fokussierung von Zwischenereignissen formierter Ketten im Vergleich zur – allgemein empfohlenen – Fokussierung des abschließenden Bewegungseffekts. In zwei Studien zu einer Hebelsequenz bzw. zum Basketball-Freiwurf konnte sowohl die Hypothese erhöhter myoelektrischer Aktivitäten als auch die reduzierter kompensatorischer Varianzen bestätigt werden. Es ergibt sich zusammenfassend die Interpretation, dass sich bewegungsknotenpunktbezogene Fokussierungen in einer akzentuierten Kontrolle der zu diesem Knotenpunkt angestrebten Effekte niederschlagen, was in erhöhten muskulären Kokontraktionen messbar wird, die wiederum Kompensationen behindern und auf diese Weise qualitätsreduzierend wirken (für eine ausführliche Darstellung dieser Experimente siehe Hossner und Ehrlenspiel, 2003). Detailbefunden, die an dieser Stelle nicht ausgeführt werden können, sowie weiteren Konsequenzen, die sich aus der oben skizzierten Metapher des *Badischen Zimmers* ergeben, wird aktuell in einer Reihe von (Folge-)Experimenten nachgegangen.

Literatur

- Bernstein, N.A. (1967). *The coordination and regulation of movements*. London: Pergamon.
- Hoffmann, J. (1993). *Vorhersage und Erkenntnis*. Göttingen: Hogrefe.
- Hommel, B., Müsseler, J., Aschersleben, G. & Prinz, W. (2002). The theory of event coding (TEC): A framework for perception and action. *Behavioral and Brain Sciences* [Preprint: www.bbsonline.org].

- Hossner, E.-J. (2002). *Bewegende Ereignisse – ein Versuch über die menschliche Motorik*. Unveröff. Habilitationsschrift, Universität Heidelberg.
- Hossner, E.-J. (2003) *Das badische Zimmer*. Manuskript in Vorbereitung.
- Hossner, E.-J. & Ehrlenspiel, F. (2003). *Paralysis by analysis and a nodal point control hypothesis of motor control*. Manuscript in preparation.
- Hossner, E.-J. & Künzell, S. (2003). *A feature-based model of event coding and anticipatory behavioral control*. Manuscript in preparation.
- Hossner, E.-J. & Künzell, S. (in Druck). Motorisches Lernen. In H. Mechling & J. Munzert (Hrsg.), *Handbuch Bewegungswissenschaft*. Schorndorf: Hofmann.
- Jordan, M. I. (1994). Komputationale Aspekte der Bewegungssteuerung und des motorischen Lernens. In H. Heuer & S. Keele (Eds.), *Psychomotorik. Enzyklopädie der Psychologie, Themenbereich C, Serie II, Band 3* (S. 87-146). Göttingen: Hogrefe.
- Pöppel, E. (1997). *Grenzen des Bewusstseins*. Frankfurt: Insel.
- Prinz, W. (1990). A common-coding approach to perception and action. In O. Neumann & W. Prinz (Eds.), *Relationships between perception and action: Current approaches* (pp. 167-201). Berlin: Springer.
- Prinz, W., Aschersleben, G., Hommel, B. & Vogt, S. (1995). Handlungen als Ereignisse. In D. Dörner & E. van der Meer (Hrsg.), *Das Gedächtnis: Probleme – Trends – Perspektiven* (S. 129-168). Göttingen: Hogrefe.
- Schmidt, R.A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82, 225-260.
- Searle, J.R. (1980). Minds, brains, and programs. *Behavioral and Brain Sciences*, 3, 450-456.
- Ziebler, M. & Nattkemper, D. (2001). Learning of event sequences is based on response-effect learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 27, 595-613.

Weitere Informationen sind erhältlich bei: PD Dr. Ernst-Joachim HOSSNER, Universität Heidelberg, Institut für Sport und Sportwissenschaft, Im Neuenheimer Feld 720, 69120 Heidelberg, eMail: ej.hossner@urz.uni-heidelberg.de.

Kontakte

Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF)



BMBF-Haushalt 2003: Bildung und Forschung behalten Priorität

Die Bundesregierung setzt mit dem Haushalt 2003 des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF) einen klaren Schwerpunkt bei Bildung und Ost-Förderung.

Nach dem Haushaltsentwurf werden die Mittel des BMBF zusammen mit den Investitionen für die Ganztagschulen von 8,391 Milliarden Euro im Jahr 2002 auf 8,705 Milliarden Euro im kommenden Jahr ansteigen. Das bedeutet ein Plus von 3,7 Prozent. Damit setzt die Bundesregierung bei gleichzeitiger Konsolidierung des Haushalts ein wichtiges Zeichen für die Zukunft. Mit dem Investitionsprogramm von vier Milliarden Euro für

den Aus- und Aufbau von bis zu 10.000 Ganztagschulen wird dieser Kurs bis ins Jahr 2007 fortgeführt.

Auch die Förderung innovativer Regionen in den neuen Bundesländern ist ein weiterer wichtiger Schwerpunkt. Im Programm InnoRegio etwa beträgt der Anstieg 81,6 Prozent auf nunmehr 65 Millionen Euro. Damit werden wichtige Voraussetzungen für den wirtschaftlichen Aufschwung in Ostdeutschland geschaffen. In den zentralen Forschungsfeldern der Umwelt, Gesundheit und Biotechnologie blieben die Mittel auf hohem Niveau.

BMBF-Pressemitteilung Nr. 221 vom 20.11.2002