

Alf C. Zimmer

## Schemageleitete Kontrolle motorischer Handlungen

Die Auffassung von Handlungen als Interpretationskonstrukten (Lenk, 1979) gewinnt psychologische Plausibilität über die von Lenk angestellten Analysen z. B. des Motivationsbegriffs hinaus durch die alltägliche Beobachtung, daß die Frage nach dem ‚Warum‘ einer Handlung pragmatisch dadurch ersetzt werden kann, daß man fragt „Was machst Du?“ Insofern beschreibt diese Interpretation korrekt den sozialen Stellenwert des Handlungsbegriffs, dennoch bleibt zu fragen, a) woher das Erleben des Handelnden kommt, eine Handlung sei in sich geschlossen oder plausibel (d. h. sie folgt bestimmten notwendigen inhärenten und nicht durch Normen von außen aufgezwungenen Regeln und hat damit Gestalteigenschaften) und b) warum eine Handlung nur an bestimmten Stellen modifizierbar ist z. B. abgebrochen werden kann.

Von der Innensicht (Handeln aus der Sicht des Handelnden) stellt sich die Handlung als etwas systemartig Geschlossenes (Fuchs, 1982) dar, in dem nach Initiierung der Handlung durch eine Intention in der mentalen Repräsentation der Handlung Führungsgrößen für die Feedforward- und Feedback-Kontrolle dieser Handlung generiert werden. Folgt man diesem, der kognitiven Psychologie (Miller, 1962, „Psychology . . . as the science of mental life“) zugrunde liegenden Ansatz, dann ist nicht in erster Linie nach Korrelationen zwischen letztendlich physikalisch bestimmbar Reizparametern und Verhaltens-(besser Reaktions-)parametern (unter Ausklammerung von internen Zuständen) zu suchen, sondern gezielt nach Relationen zwischen internen Zuständen, die als kausal für beobachtbares Verhalten angenommen werden (Fodor, 1981). In einem solchermaßen bestimmten Forschungsprogramm im Sinne von Lakatos (1973) sind die Fragen nach Wesen, Genese und gegenseitiger Wechselwirkung solcher interner Zustände von so zentraler Bedeutung, so daß z. B. Abelson (1981) eher scherzhaft die Bezeichnung ‚Representology‘ für die Forschungsansätze vorschlug, die unter dem Namen ‚Cognitive Science‘ in Philosophie, Psychologie, Künstlicher Intelligenz, Linguistik und Anthropologie zu finden sind.

Ähnlich zentral wie ‚Repräsentation‘ für die kognitive Psychologie sind die Begriffe ‚internes Modell‘ (Lomov, 1964; Sinčenko, 1962) oder ‚opera-

tives Abbildsystem' (Hacker, 1978) für handlungstheoretische Ansätze in der Psychologie.

Gemeinsam ist beiden Ansätzen die Annahme, daß interne Zustände kausal für beobachtbare Handlungen sind, und daß diese internen Zustände als Symbolstrukturen und Operationen mit diesen Symbolen begriffen werden können.

Akzeptiert man das Postulat der Bedingtheit von Handlungen durch interne Zustände wie Vorstellungen, Erwartungen oder Bewertungen, dann hat die Erforschung der Natur solcher interner Modelle oder mentalen Repräsentationen gleichermaßen theoretische wie praktische Bedeutung und vermag Ansatzpunkte für eine integrierende Rahmenkonzeption anscheinend unverbundener Forschungs- und Anwendungsaspekte in der Psychologie zu liefern.

Da diese internen Repräsentationen jedoch nicht beobachtbar sind, stellt sich für die experimentelle kognitive Psychologie das Problem, Indikatoren für Struktur und Inhalt dieser Repräsentationen zu finden; so erfaßt beispielsweise die auf Donders (1869) zurückgehende chronometrische Analyse den Grad der Komplexität interner Operationen durch Ausführungs- oder Entscheidungszeiten. Zimmer (1982a) untersuchte die Komplexität des internen Modells beim Erlernen des Schneidens im Tischtennis durch die Anpassung von Markov-Modellen an die Lernsequenzen und konnte zeigen, daß die Anzahl der für die Beschreibung des Lernverhaltens notwendigen Zustände des Markov-Modells von der Instruktionmethode abhängt (Vorgabe eines physikalischen Modells vs. Nachmachen); d.h. obwohl von außen gesehen der gleiche Ausgangszustand (Nichtkompetenz) in den gleichen Endzustand (Kompetenz) überführt worden ist, sind die internen Lernprozesse unterschiedlich hinsichtlich ihrer Komplexität, je nachdem welche Instruktionmethode angewendet wurde.

Von einer rein am Verhalten orientierten Betrachtungsweise könnte man diese Unterschiede als belanglos abtun, falls die erreichten Endzustände tatsächlich identisch wären. Von der biomechanischen Seite erscheint diese Identität gegeben, nicht aber von der interneren Repräsentation, was sich darin zeigt, daß die ‚Lerner am Modell‘ die Kompetenz des Überschneidens unmittelbar auf Unterschneiden übertragen können, während die ‚Lerner durch Imitation‘ dafür einen neuen – wenn auch verkürzten – Lernprozeß benötigen.

Wie läßt sich dieser Unterschied hinsichtlich der internen Repräsentation theoretisch hinreichend präzise und empirisch überprüfbar fassen? Anknüpfend an Kant's (1789) Entwicklung des Schemabegriffs zur Lösung

des empiristischen Dilemmas, warum denn z.B. beliebige Dreiecke als solche erkannt werden können, obwohl die zugrunde liegende Abstraktion nicht auf Erfahrungsdaten basieren kann, läßt sich ein Schema als Einheit interner Repräsentation (Rumelhart, 1980, spricht von ‚building blocks of cognition‘) folgendermaßen definieren: Es besteht aus

1) einer *Menge von basalen Einheiten* (bei motorischen Schemata können dies einfache Trajektorien sein, in der visuellen Wahrnehmung, z.B. Winkel oder Linien etc.),

2) einer *Menge von Regeln*, denen die basalen Einheiten unterworfen sind, diese Regeln bestimmen die Auftretenswahrscheinlichkeit bestimmter Muster; sie können wie in der visuellen Wahrnehmung als aktive Prozesse seitens des Wahrnehmenden interpretiert werden (z.B. als Kriterien für figurale Güte oder als Helmholtz' ‚unbewußte Schlüsse‘) oder als physikalisch erklärbare, besonders wenig Arbeit (siehe Koffka, 1935; Leyton, 1981) erfordernde Verknüpfungen von Trajektorien oder Konfigurationen. Auf diesem Hintergrund läßt sich erklären, warum informationsgleiche Texturmuster (Julesz, 1975) unterschiedlich schwer diskriminierbar sind oder warum z.B. Tango so viel schwerer zu lernen ist als Walzer (Zimmer, 1981);

3) einer *Menge von zulässigen Transformationen*, die das Schema invariant lassen. Cassirer (1941) hat gezeigt, daß solche Transformationen den Konstanzphänomenen der Wahrnehmung zugrunde liegen und der Struktur algebraischer Gruppen gehorchen. Palmer (1982) hat diesen gruppentheoretischen Transformationsbegriff auf die Probleme von Formidentifikation und Formgüte angewendet.

Im Rahmen dieses Theorieansatzes wird deutlich, daß bei dem Tischtennisexperiment unter den beiden Instruktionen zwei Schemata gelernt worden sind, die sich nur hinsichtlich ihrer zulässigen Transformationen unterscheiden. Aus diesem Grunde sind die Schemata bei der ersten Lernaufgabe aufgrund des gezeigten Verhaltens nicht unterscheidbar; die zweite Lernaufgabe stellt für die ‚Modell‘-Gruppe jedoch lediglich eine zulässige Transformation dar, die unmittelbar realisiert werden kann, während für die ‚Imitations‘-Gruppe ein neues Schema gelernt werden mußte.

Über diese Annahmen zur Binnenstruktur von Schemata hinaus wird angenommen, daß Schemata hierarchisch oder zumindest heterarchisch nach Abstraktheit/Generalität vs. Konkretheit/Spezifität geordnet sind, und daß übergeordnete Schemata die in sie als basale Einheiten integrierten untergeordneten Schemata hinsichtlich der zulässigen Transformationen beeinflussen. Das erklärt die Kontextspezifität der durch die Transformationen bestimmten Invarianzklassen. Zimmer (1982b, c) hat dies für die

perspektivische Raumwahrnehmung und die Ausführungskontrolle der Handschrift experimentell nachgewiesen.

Ein gravierender Nachteil bisheriger Theorienansätze für die mentale Repräsentation ist die implizite Annahme prinzipiell statischer Einheiten, zu denen unter Umständen Zeit als zusätzliches ‚feature‘ hinzukommt. So ‚löst‘ z. B. Koffka (1935, p. 452) das Problem der internen Repräsentation von Zeit durch die Annahme der Überführung von Zeit in räumliche Parameter (spatialization of time). Die Untersuchungen von Freyd (1982) zeigen nun, daß die interne Repräsentation von zeitabhängigen Vorgängen selbst dynamisch ist, da z. B. Irreversibilität von Zeit, Trägheit und Beschleunigung bei Identifikations- und Rotationsaufgaben nachgewiesen werden können, die im Gegensatz zu Koffka's (1935) o. g. Hypothese nicht durch räumliche Parameter erfaßt werden können. Diese Befunde lassen sich in die dargestellte Schematheorie relativ einfach integrieren, implizieren aber zugleich eine Reihe von weiteren experimentell überprüfbareren Fragen wie z. B.: Gibt es dynamische Güte für Bewegungen analog zur figuralen Güte von Mustern?

Angesichts der aus diesen Ergebnissen resultierenden Probleme für eine propositionale Sprache über Bewegung mit statischen Begriffen – und die Inspektion z. B. des Deutschen Skilehrplans zeigt, wie sehr diese Form der externen Kontrolle von Bewegungshandlungen überwiegt – ist zu fragen, welches sprachliche Medium für diese Kontrollaufgabe geeignet ist<sup>1</sup>.

Die Ersetzung von statischen durch dynamische Begriffe, wie z. B. Schwung, Pressen, etc. löst diese Schwierigkeiten nicht, wenn man davon ausgeht, daß Bewegungshandlungen von Schemata als Steuerungsgrößen beeinflußt werden, da mit der sequentiellen Verknüpfung einzelner dynamischer Begriffe nur eine partielle Isomorphie auf der Ebene von basalen Elementen und koordinierenden Regeln erreicht wird, aber die Transformationen nicht erfaßt werden können.

Für eine effektive sprachliche Kontrolle von Bewegungshandlungen ist es daher notwendig, sprachliche Strukturen zu finden, die Bewegungserfahrungen abstrakt derart abbilden, daß auf ihrer Grundlage virtuelle Erfahrungen generiert werden können (Verbrugge, 1980), die der angestrebten Bewegungsform hinsichtlich der Transformationen entsprechen.

Die Bedeutung bildhafter Sprache für die Analyse und Beeinflussung kognitiver Strukturen (siehe z. B. die Überblicke in Honeck & Hoffman, 1980) ergibt sich aus der Tatsache, daß in ihr nicht nur serielle ‚strings‘ von Begriffen und Regeln verarbeitet werden können, sondern durch die Kopplung von realer und virtueller Erfahrung strukturell reichere Einheiten abgebildet werden können. Damit bietet sich metaphorische Sprache für

die externe Kontrolle komplexerer Bewegungshandlungen an, falls ein Prozeß metaphorischen Verstehens nachgewiesen werden kann, der die funktionale Abbildung eines Schemas in ein anderes zu erklären vermag.

Die Auffassung von Metapher als Substitution eines Bildbegriffes für einen fehlenden abstrakten Begriff (z.B. ‚orange‘ für eine Farbe zwischen rot und gelb; siehe Zimmer, 1982d), die auf Aristoteles zurückgeht, ist für die Abbildung von Schemata nicht hinreichend, da z.B. Transformation nicht durch Hinweise (‚dubbing‘) vermittelt werden können.

Die Auffassung von Metaphern als bewußten Kommunikationsverstößen oder sprachlichen Anomalien (Kintsch, 1974) erklärt zwar die erhöhte Aufmerksamkeit, die bildliche Sprache erzeugt, aber die Rückführung der Effektivität von metaphorischen Instruktionen in der Erzeugung virtueller Erfahrungen für einen reinen Elaborationseffekt erklärt nicht ihre Überlegenheit in der Vermittlung von komplexen Regeln, wenn bildliche und propositionale Instruktionen gleich intensiv verarbeitet werden (s. Volger, 1980).

Black (1962) geht davon aus, daß ‚topic and vehicle have systems of „associated implications“ und daß ‚the metaphor selects, emphasizes, suppresses, and organizes features of the principle subject by implying statements about it that normally apply to the subsidiary subject‘ (Seite 44-45). Dies ist eine interaktive Sicht des metaphorischen Verstehens, in der der Hörer unter der Annahme Grice'scher Kooperativität (1975) nach einer Transformationsklasse sucht, die auf Haupt- und Bildsubjekt der Metapher gleichermaßen anwendbar ist. Eine stilistisch gute Metapher ist dann dadurch gekennzeichnet, daß für Haupt- und Bildsubjekt Repräsentationen gefunden werden können, in denen die Übereinstimmung hinsichtlich der Transformationen sehr hoch ist, verglichen mit der Übereinstimmung in den basalen Elementen; damit lassen sich triviale Metaphern wie ‚ein Maultier ist so etwas wie ein Pferd‘ ebenso ausschließen, wie nichtssagende Metaphern z.B. ‚ein Wal ist ein Rind‘ (beide sind Säuger)<sup>2</sup>. Die Asymmetrie von Haupt- und Bildsubjekt in Metaphern kann durch eine Verallgemeinerung von Tversky's (1977) ‚Theorie der Ähnlichkeit‘ modelliert werden.

Die Wirksamkeit der von Volger (1980) verwendeten bildhaften Instruktionen zur Modifikation und Kontrolle von sportlichen Bewegungshandlungen kann damit darauf zurückgeführt werden, daß es ihm gelungen ist, Bilder zu finden, die eine Abbildung der die reale Erfahrung charakterisierende Transformationsklasse in die der virtuellen Erfahrung ermöglicht und damit die virtuelle Erfahrung induziert.

Diese Analyse von sprachlicher (d.h. externer) Kontrolle von Bewe-

gungshandlungen weist darauf hin, daß nicht nur von der Binnensicht Handlungen systemische Struktureigenschaften haben, sondern daß auch die von Lenk (1979) betonte ‚soziale Imprägniertheit‘ der Handlung nicht ohne eine ‚Kognitive Imprägniertheit‘ durch sprachlich vermittelte Repräsentationssysteme gesehen werden kann.

#### Anmerkungen

<sup>1</sup> Es ist die Frage gestellt worden, ob man nicht gänzlich auf die externe Kontrolle von Bewegungshandlungen durch Sprache verzichten sollte und stattdessen auf Methoden wie Vormachen oder Demonstration anhand von Schaubildern zurückgreifen sollte. Die positiven Ergebnisse von Volger (1980) über den Einsatz von Metaphern in der Instruktion lassen es jedoch als sinnvoll erscheinen, nicht auf Sprache als solche für die externe Kontrolle von Bewegungshandlungen zu verzichten, sondern auf den primär propositionalen Code.

<sup>2</sup> Beispiele wie diese sind in psychologischen Experimenten zur bildhaften Sprache verwendet worden.

#### Literaturverzeichnis

- Abelson, R.P.: Presidential address 3rd Conference of the Cognitive Science Society, Berkeley, 1981.
- Black, M.: *Models and Metaphors: Studies in Language and Philosophy* Ithaca: Cornell University Press, 1962.
- Cassirer, E.: The concept of group and the theory of perception. *Philosophy and Phenomenological Research*, 5, 1-36, 1941.
- Donders, F.C.: *Over de Snelheid van Psychische Processen* Onderzoekingen gedaan in het Physiologisch Laboratorium der Utrechtsche Hoogeschool, 1868-1869. Tweede Reeks, II, 92-120, 1869.
- Fodor, J.A.: *Representations: Philosophical essays on the foundations of cognitive science*, Cambridge, MA: MIT Pr. 1981.
- Freyd, J.J.: Representational momentum, (submitted for publication) 1982.
- Fuchs, R.: Realitätsorientierung und Struktur der Handlung. Vortrag im Arbeitskreis ‚Bewegung aus handlungspsychologischer Sicht‘, Heidelberg, 1982.
- Grice, H.P.: Logic and conversation. In: P. Cole & J.L. Morgan (eds.) *Syntax and Semantics Vol. 3*. New York: Academic Press, 1975.
- Hacker, W.: *Allgemeine Arbeits- und Ingenieurpsychologie*. Berlin: Deutscher Verlag der Wissenschaften, 1978 (2).
- Honeck, R.P. & Hoffmann, R.R. (eds.): *Cognition and Figurative Language*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Ass., 1980.

- Julesz, B.: Experiments in the visual perception of textures *Scientific American*, 232, 34-43, 1975.
- Kant, I.: *Kritik der reinen Vernunft*. Leipzig: Hartknoch, 1781.
- Kintsch, W.: *The Representation of Meaning in Memory*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Ass., 1974.
- Koffka, K.: *Principles of Gestalt Psychology*. New York: Harcourt, Brace & World, 1935.
- Lakatos, I.: Falsification and the methodology of scientific research programmes. In: I. Lakatos & A. Musgrave. *Criticism and the Growth of Knowledge*. London: Cambridge University Press, 1970.
- Lenk, H.: Interpretatorische Handlungskonstrukte. Zur Anwendung einer interpretationsphilosophischen Handlungsphilosophie in der Sozialwissenschaft. In: H. Albert & K.H. Stapf (eds.) *Theorie und Erfahrung*. Stuttgart: Klett-Cotta, 1979.
- Leyton, M.: *Artistic Activity and Human Survival, Vol. 1*. Manuscript, Berkeley, 1981.
- Lomov, B.F.: *Ingenieurpsychologie*. Berlin: Dt. Vlg. d. Wiss. 1964.
- Miller, G.A.: *Psychology. The Science of Mental Life*. Harmondsworth: Penguin, 196.
- Palmer, S.: *Transformational Perception*. Manuscript, Berkeley, 1982.
- Rumelhart, Schemata: The building blocks of cognition. In: R.J. Spiro, B. C. Bruce & W.F. Brewer. *Theoretical Issues in Reading Comprehension*. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Ass., 1980.
- Sincenko, W.P.: Das Prinzip der Tätigkeit in der psychologischen Forschung. *Probleme und Ergebnisse der Psychologie III*, 57-65, 1962.
- Tversky, A.: Features of similarity. *Psychological Review*, 84, 327-352, 1977.
- Verbrugge, R.R.: Transformations in knowing: A realist view of metaphor. In: R.P. Honeck & R.R. Hoffman, 1980.
- Volger, B.: *Bewegungslernen als Prozeß der Informationsverarbeitung*. Manuskript, Oldenburg, 1980.
- Zimmer, A.: Cultural constraints on cognitive representations. In: R. Wilensky (ed.). *Proceedings of the Third Conference of the Cognitive Science Society*. Berkeley: University of California, 1981.
- Zimmer, A.: Stadien beim Erwerb komplexer Bewegungsmuster. *Sportwissenschaft*, (im Druck), 1982a.
- Zimmer, A.: Do we see what makes our script characteristic – or do we only feel it? Modes of sensory control in handwriting. *Psychological Research*, (in press), 1982b.
- Zimmer, A.: *What makes the eye intelligent?* (manuscript submitted for publication), Münster 1982c.
- Zimmer, A.: What really is turquoise? A note on the evolution of color terms. *Psychological Research*, (in press), 1982d.