

Lösen komplexer Probleme

Solving Complex Problems

Joachim Funke

1 Lösen komplexer Probleme

Seit 1975 gibt es in der Denkpsychologie eine neue Richtung, die sich mit dem Lösen komplexer im Unterschied zu einfachen Problemen beschäftigt. Wesentliche Impulse für diese Entwicklung kamen einerseits von fachexternen, schockierenden Ereignissen wie z. B. der Ölkrise oder ersten Modellrechnungen des „Club of Rome“, die die Grenzen des Wachstums aufzeigten und menschenbedrohende Problemfelder sichtbar machten. Andererseits führte auch die fachinterne Unzufriedenheit mit der Vorhersagbarkeit relevanter Merkmale wie beruflichem, wirtschaftlichem oder politischem Erfolg durch klassische Intelligenztests dazu, dass nach alternativen Messinstrumenten zur Erfassung menschlichen Umgangs mit komplexen Situationen (der „operativen Intelligenz“) gesucht wurde. Als Alternative wurde von Dietrich Dörner (Bamberg) der Einsatz computersimulierter Szenarien vorgeschlagen. Solche „Mikrowelten“ erlauben es, komplexe Probleme unter kontrollierten Bedingungen im Labor zu untersuchen.

Beispiel:

Das Szenario „Lohhausen“ (Dörner, Kreuzig, Reither & Stäudel, 1983) simuliert die Geschehnisse einer fiktiven Kleinstadt. Die Versuchsperson soll für den Zeitraum von 10 Jahren in der Funktion eines Bürgermeisters für das Wohlergehen diese Kommune sorgen und kann mit zahlreichen Maßnahmen in das simulierte Geschehen eingreifen. Aus den Vergleichen erfolgreicher mit weniger erfolgreichen Personen konnten Hypothesen über Erfolgs- bzw. Misserfolgskriterien formuliert werden.

Inzwischen liegen zahlreiche Szenarien variierenden Umfangs aus verschiedenen Realitätsbereichen (z. B. Ökonomie, Ökologie, Politik, Technik) vor, die in der Grundlagenforschung, aber auch zum Zwecke von Personalauswahl und Personalentwicklung Verwendung finden. Nachfolgend werden Eigenschaften solcher komplexen Probleme umrissen, Forschungsrichtungen beschrieben, empirische Befunde dargestellt sowie Probleme und Perspektiven dieses Ansatzes erläutert.

2 Merkmale eines komplexen Problems

Die Merkmale eines komplexen Problems unterscheiden sich deutlich von den Anforderungen einfacher Probleme. Unterschieden werden fünf Merkmale:

1. **Komplexität** der Problemsituation. Diese ist traditionell durch die Anzahl beteiligter Variablen bestimmt worden. Sicherlich mag dies einen ersten Anhaltspunkt für die Einschätzung der Schwierigkeit eines Problems abgeben, aber erst die Hinzunahme weiterer Kennzeichen erlaubt verlässlichere Aussagen. Komplexität verlangt von der problemlösenden Person eine Vereinfachung durch Reduktion auf das Wesentliche.
2. **Vernetztheit** der beteiligten Variablen. Natürlich ist nicht die bloße Anzahl von Variablen für die Anforderungen an die problemlösende Person ausschlaggebend, sondern vor allem deren Vernetzung untereinander. Ist bei einem System von 100 Variablen jede Variable mit genau einer anderen verbunden, ist die Vernetztheit niedriger, als wenn alle Variablen mit allen anderen verbunden sind. Vernetztheit verlangt Modellbildung, durch die die wechselseitigen Abhängigkeiten sichtbar gemacht werden.
3. **Dynamik** der Problemsituation. Dieses Merkmal beschreibt die Tatsache, dass die Eingriffe in ein komplexes, vernetztes System Prozesse in Gang setzen, deren Auswirkungen möglicherweise nicht beabsichtigt waren. Eine besondere Variante stellt die Eigendynamik dar, mit der zum Ausdruck kommt, dass in vielen Fällen ein Problem nicht auf die problemlösende Person und ihre Entscheidungen wartet, sondern sich die Situation über die Zeit hinweg von selbst verändert. Dynamik verlangt den Einbezug des Faktors „Zeit“.
4. **Intransparenz** in Hinblick auf die beteiligten Variablen wie auch in Hinblick auf die Zielstellung. In einer komplexen Situation liegen nicht alle erforderlichen Informationen vor, die der problemlösenden Person idealerweise zur Verfügung stehen sollten. Intransparenz verlangt Informationsbeschaffung.
5. **Polytelie** (= Vielzieligkeit). Intransparenz gibt es auch in Hinblick auf die zu erreichenden Ziele. In einer komplexen Situation gibt es meist nicht nur ein Ziel, sondern es müssen mehrere Ziele simultan beachtet werden. Polytelie verlangt das Abwägen und Balancieren von eventuell kontradiktorischen Zielen.

3 Definition

Komplexes Problemlösen erfolgt, um Barrieren zwischen einem gegebenen Ausgangs- und einem gewünschten Zielzustand durch Einsatz von kognitiven Tätigkeiten und Verhalten schrittweise zu reduzieren. Ausgangs- und Zielzustand wie auch die Barrieren erweisen sich als komplex, ändern sich dynamisch über die Zeit hin-

weg und können partiell intransparent sein. Die genauen Eigenschaften von Ausgangszustand, Zielzustand und Barrieren sind zu Beginn der Problemlösung unbekannt. Komplexes Problemlösen verlangt die effiziente Interaktion zwischen der problemlösenden Person und den situativen Gegebenheiten, die sich aus der Aufgabenstellung ableiten lassen. Es verlangt den Einsatz von kognitiven, emotionalen und sozialen Ressourcen sowie von Wissen (nach Frensch & Funke, 1995, S. 18).

4 Zwei Forschungsrichtungen

Zwei Forschungsrichtungen zum Umgang mit komplexen Problemen sind hinsichtlich ihrer Vorgehensweisen und Ziele zu unterscheiden (vgl. ausführlicher Funke, 2006):

- *Zugang 1 – Experimentalpsychologische Perspektive: Systematische Manipulation von Szenarien.* Wesentliches Kennzeichen ist eine experimentelle Manipulation des Reizmaterials und dessen Präsentationsbedingungen. Insbesondere die systematische Manipulation von Szenarien (bzw. Systemmerkmalen) ist zu einem Charakteristikum dieser Forschungsrichtung geworden. Durch systematische Variation von Systemmerkmalen wie Anzahl der Vernetzungen, Grad der Eigendynamik oder Ausmaß an Zeitverzögerung konnte deren Einfluss auf Wisenserwerb und Steuerungsgüte aufgezeigt werden.
- *Zugang 2 – Korrelationsstatistische Perspektive: Suche nach interindividuellen Unterschieden.* Wesentliches Kennzeichen ist die Suche nach interindividuellen Unterschieden und Korrelaten von Erfolg bzw. Misserfolg. Bei konstant gehaltenen Systemen werden Verhaltensspielräume betrachtet und individuelle Trajektorien durch ein System sowie deren Resultate mit differenzialpsychologisch relevanten Konstrukten (Intelligenz, Persönlichkeitsmerkmale, etc.) in Verbindung gebracht.

5 Empirische Befunde

Zahlreiche empirische Befunde zum Lösen komplexer Probleme finden sich bei Funke (2003, Kap. 5), geordnet nach den jeweiligen Untersuchungsschwerpunkten. Einige wichtige Befunde sind hier herausgegriffen.

5.1 Personmerkmale

Hatten sich zu Beginn der Forschung Intelligenzskennwerte als ungeeignete Prädiktoren des Umgangs mit komplexen Problemen erwiesen, spricht nach heutigem Kenntnisstand viel dafür, dass spezielle Komponenten der Intelligenz (insbesondere Verarbeitungskapazität) für den erfolgreichen Umgang prädictiv sind. Wichtig sind auch verschiedene Arten von Wissen (Systemwissen, Steuerungswissen, etc.).

Die Rolle motivationaler Merkmale zeigt sich daran, dass die als wichtiger erachteten Probleme (z. B. simulierte Bekämpfung einer lebensbedrohlichen Pockenepidemie im Vergleich zu einer harmlosen Grippeepidemie) eine wesentlich stärkere Zuwendung erfahren und sich somit Bearbeitungsstrategien ändern.

Emotionale Effekte finden z. B. in der Notfallreaktion des kognitiven Systems einen Niederschlag, bei dem es infolge wahrgenommenen Misserfolgs bei der Problemlösung zu einer Senkung des intellektuellen Niveaus, einer Tendenz zu schnellem Handeln und einer degenerierten Hypothesenbildung kommt.

5.2 Situationsmerkmale

Die Transparenz eines Systems macht dessen Bearbeitung einfacher und erhöht zumindest nach frühen Studien die Wirksamkeit der Testintelligenz auf den Problemlöseerfolg. Diese Moderatorfunktion der Transparenz auf die Intelligenzwirkung ist aber zwischenzeitlich wiederholt in Frage gestellt worden.

Passives Beobachten eines Systems oder aktives Eingreifen sind zwei situative Anforderungen, die zu jeweils unterschiedlichen Fertigkeiten führen: Während das Beobachten offensichtlich Strukturwissen über das fragile System befördert, entsteht unter Eingriffsbedingungen auch Steuerungswissen. Im Anwendungskontext der Anlagensteuerung durch menschliche Operateure erweisen sich beide Wissensarten als notwendig.

Ein steigendes Ausmaß des Trainings führt auch bei komplexen Anforderungen zu Verbesserungen. Allerdings gibt es bestimmte Funktionen wie z. B. zeitverzögerte Effekte, die davon weniger profitieren. Ein Transfer des an einem System gelernten Wissens auf andere Systeme scheint aus heutiger Sicht eher schwierig und keinesfalls selbstverständlich zu sein.

Die semantische Einkleidung eines Systems ist von großer Bedeutung, da unterschiedliche Vorwissenstrukturen aktiviert werden. Dabei muss sich Vorwissen keinesfalls immer förderlich auswirken, dann nämlich nicht, wenn das aktivierte Vorwissen nur an der Oberfläche zum System passt, nicht aber in den Tiefenstrukturen übereinstimmt.

5.3 Systemmerkmale

Auf Systemseite ist die Art des Feedbacks mitentscheidend für den Lösungserfolg. Generell lässt sich wohl sagen: je indirekter und verzögerter eine Rückmeldung über den gegenwärtigen Systemzustand erfolgt, umso schwieriger werden steuermde Eingriffe in solche Systeme. Auch formale Systemeigenschaften (wie z. B.

Grad der Eigendynamik, Anzahl der Nebenwirkungen) haben sich als einflussreich sowohl bei der Identifikation (Wissenserwerb) als auch bei der Steuerung (Wissensanwendung) eines komplexen Problems erwiesen.

6 Probleme

Bestimmung der Lösungsgüte. Bei einfachen Problemen ist eine Entscheidung über den Grad erfolgreicher Problemlösung leicht möglich, da die Bewertungskriterien meist völlig transparent sind. Bei komplexen Problemen besteht eine andere Situation, da oftmals keine klaren Zielvorgaben gemacht werden. Eine eindimensionale Bewertung der Lösungsgüte verbietet sich in diesen Fällen. Damit sind Probleme verbunden, wenn von solchen Kennwerten etwa eignungsdiagnostisch Gebrauch gemacht werden soll.

Kontexteffekte. Eine der eindrucklichsten Fähigkeiten menschlicher Kognition ist deren enorme Kontextsensitivität. Strukturell gleiche Anforderungen werden in unterschiedlichen semantischen Kontexten ganz unterschiedlich bearbeitet. Unterschiedliche Kontexte zeigen sich auch beim Bearbeiten einer Anforderung in verschiedenen Kulturen, wobei Kulturvergleich nicht immer gleich den Wechsel der Nation oder gar des Kontinents bedeuten muss, sondern bereits auf der Ebene von „Sub-Kulturen“ durchgeführt werden kann. Festzustellen, wie beim Problemlösen Variationen des Kontexts zu Variationen der Strategien und der konstruierten Problemräume führen, dürfte eine wichtige Aufgabe kommender Forschung darstellen.

Bereichsspezifität bzw. Generalisierbarkeit. Eng verbunden mit dem Thema Kontextsensitivität ist die Frage nach der Bereichsspezifität problemlösenden Denkens. Für die Forschung zum komplexen Problemlösen bedeutet dies die Ermittlung der Aussagekraft von Erkenntnissen, die an speziellen Szenarios gewonnen wurden: Unter welchen Bedingungen lassen sich Beobachtungen wie z. B. die der Notfallreaktion des kognitiven Systems auf andere Szenarios übertragen? Welche Generalität kommt derartigen Aussagen zu?

Trainierbarkeit. Von Anbeginn der Forschung zum Umgang mit komplexen Problemen stellte sich die Frage, inwiefern die dort gestellten Anforderungen durch Training erlernbar bzw. verbesserbar seien. Zwar besteht allgemeine Übereinkunft in der Aussage, dass eine Konfrontation mit verschiedenen Szenarios zu einer sinnvollen Erweiterung des Erfahrungsraums führen sollte – doch starke, empirisch fundierte Nachweise über den Erfolg derartigen Vorgehens sucht man vergeblich. Wohl ist unbestritten, dass bloße Wiederholung einer Szenario-Bearbeitung zu einem Lerneffekt führt, aber Training meint mehr: Gedacht ist dabei vor allem an

den Erwerb strategischer Kompetenz, die sich in verschiedensten Handlungsfeldern niederschlagen sollte. Aber gerade für die unberechenbaren Situationen Regeln aufstellen zu wollen, könnte sich als Quadratur des Kreises erweisen. Unter Anwendungsgesichtspunkten liegt hier eine große Herausforderung denkpsychologischer Forschung.

Fehlende Theorie. Das wohl größte Problem stellt die Tatsache dar, dass es bis heute keine dezidierte Theorie des Umgangs mit komplexen Problemen gibt. Es ist nicht einmal klar, ob für das Lösen komplexer Probleme überhaupt eine prinzipiell andere Theorie als zum Lösen einfacher Probleme benötigt wird. Tatsächlich sollte eine übergreifende Kognitionstheorie den Umgang mit *allen* Arten von Problemen beschreiben und erklären. Aber eine derartige „unified theory of cognition“ (Newell, 1990) ist derzeit nicht in Sicht.

7 Perspektiven

Mit der Erforschung komplexer Probleme wendet sich die Denkpsychologie Fragenstellungen zu, die von großer Bedeutung außerhalb unseres Faches sind. Damit besteht die Chance, sich vor dem Hintergrund gesicherter Erkenntnisse Anwendungsbereichen wie der Politik- oder Unternehmensberatung zu widmen. Dies setzt allerdings eine weiterhin intensive Datensammlung und vor allem die Entwicklung geeigneter Erklärungsansätze voraus, die nach heutigem Stand noch nicht zufriedenstellend sind. Spannende Entwicklungen könnten in den nachfolgend genannten Bereichen zu erwarten sein:

- *Aufgaben- und Anforderungsanalyse.* Es erscheint gewinnbringend, die durch die Szenarien gestellten Aufgaben einer detaillierten Anforderungsanalyse zu unterziehen, um von pauschalen Umschreibungen hin zu präzisen Aussagen zu gelangen. Hierfür müssen Szenarien formal wie inhaltlich analysiert und hinsichtlich der geforderten Leistungen genau beschrieben werden.
- *Prozessmerkmale.* Sind die Anforderungen bekannt, können die Verarbeitungsprozesse der handelnden Personen fokussiert werden. Dabei dürfte insbesondere von Interesse sein, zu welchen Anteilen implizite bzw. explizite Prozesse beteiligt sind, die mit der Achse Novizen-Experten in enger Verbindung steht. Dies würde auch Konsequenzen für die Frage der Trainierbarkeit haben. Bereits in der Vergangenheit haben dynamische Szenarien durch die Unterscheidung verschiedener Wissensarten hierzu einen Beitrag geleistet.
- *Heuristiken.* Schließlich scheint es aussichtsreich, die aus der Entscheidungsforschung bekannten Urteilheuristiken auf den Bereich des Umgangs mit komplexen Problemen anzuwenden. Möglicherweise steuern selbst bei komplexen Problemen einfache Heuristiken die Verarbeitung. Dies würde die Suche nach einer umfassenden Theorie erleichtern.

Literatur

- Dörner, D. (1989). *Die Logik des Mißlingens. Strategisches Denken in komplexen Situationen.* Hamburg: Rowohlt.
- Dörner, D., Kreuzig, H. W., Reither, F. & Stäudel, T. (1983). *Lohhausen. Vom Umgang mit Unbestimmtheit und Komplexität.* Bern: Huber.
- Frensch, P. A. & Funke, J. (Eds.). (1995). *Complex problem solving: The European perspective.* Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Funke, J. (2003). *Problemlösendes Denken.* Stuttgart: Kohlhammer.
- Funke, J. (2006). Komplexes Problemlösen. In J. Funke (Hrsg.), *Denken und Problemlösen.* Göttingen: Hogrefe.
- Newell, A. (1990). *Unified theories of cognition.* Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Sternberg, R. J. & Frensch, P. A. (Eds.). (1991). *Complex problem solving: Principles and mechanisms.* Hillsdale, NJ: Erlbaum.

hrsg. von J. Bengel, H.-W. Bierhoff, V. Brandstätter, M. Eid, D. Frey, P. A. Frensch, J. Funke, S. Gauggel, M. Hasselhorn, M. Herrmann, H. Holling, M. Jerusalem, J. H. Otto, F. Petermann, T. Rammseyer, H. Reinecker, B. Schmitz, W. Schneider, H. Schuler, Kh. Sonntag, M. Steller, R. Volbert und H. Weber.

Band 5

Handbuch der Allgemeinen Psychologie – Kognition
hrsg. von Joachim Funke und Peter A. Frensch

weitere Bände:

Handbuch der Allgemeinen Psychologie – Motivation und Emotion
hrsg. von Veronika Brandstätter und Jürgen H. Otto

Handbuch der Entwicklungspsychologie
hrsg. von Marcus Hasselhorn und Wolfgang Schneider

Handbuch der Sozialpsychologie und Kommunikationspsychologie
hrsg. von Hans-Werner Bierhoff und Dieter Frey

Handbuch der Persönlichkeitspsychologie und Differentiellen Psychologie
hrsg. von Hannelore Weber und Thomas Rammseyer

Handbuch der Neuro- und Biopsychologie
hrsg. von Siegfried Gauggel und Manfred Herrmann

Handbuch der Psychologischen Methoden und Evaluation
hrsg. von Heinz Holling und Bernhard Schmitz

Handbuch der Psychologischen Diagnostik
hrsg. von Franz Petermann und Michael Eid

Handbuch der Klinischen Psychologie und Psychotherapie
hrsg. von Franz Petermann und Hans Reinecker

Handbuch der Arbeits- und Organisationspsychologie
hrsg. von Heinz Schuler und Karlheinz Sonntag

Handbuch der Pädagogischen Psychologie
hrsg. von Wolfgang Schneider und Marcus Hasselhorn

Handbuch der Gesundheitspsychologie und Medizinischen Psychologie
hrsg. von Jürgen Bengel und Matthias Jerusalem

Handbuch der Rechtspsychologie
hrsg. von Max Steller und Renate Volbert

Handbuch der Allgemeinen Psychologie – Kognition

herausgegeben von

Joachim Funke und Peter A. Frensch



HOGREFE

GÖTTINGEN · BERN · WIEN
TORONTO · SEATTLE · OXFORD · PRAG