

„Dynamisches Problemlösen als fachübergreifende Kompetenz: Entwicklung eines individualdiagnostischen Facettendiagnostikums“

Dipl.-Psych. Andreas Fischer

1. Theoretischer Hintergrund

Seit Dietrich Dörner in den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts die Simulation einer Schneiderwerkstatt auf seinem Taschenrechner programmierte, fand die Computersimulation *komplexer* und *dynamischer* Szenarien¹ zunehmend Verbreitung als eine Methode, das menschliche Problemlösen und Entscheiden unter standardisierten Bedingungen in psychologischen Labors zu untersuchen und zu messen. Besonders nennenswert sind an dieser Stelle Simulationen wie LOHHAUSEN (Dörner, Kreuzig, Stäudel, 1983), COLD STORAGE HOUSE (Reichert & Dörner, 1988), MILKTRUCK (Schunn & Klahr, 1995), SUGAR FACTORY (Berry & Broadbent, 1984) und DYNAMIS (Funke, 2001) die schon seit Jahrzehnten dazu genutzt werden, diverse Aspekte der Kompetenz im Umgang mit komplexen dynamischen Szenarien zu untersuchen. Derartige Szenarien stellen eine problemlösende Person üblicherweise vor die Aufgabe, eine Reihe von *Outputvariablen* durch die Manipulation bestimmter *Inputvariablen* zu beeinflussen, wobei die Zusammenhänge zwischen den Variablen der Person zunächst unbekannt sind. Um das System von einem Ist- in einen Soll-Zustand zu transformieren, gilt es also in der Interaktion mit dem Problem Wissen zu *erwerben* (vgl. Identifikation und Integration nach Wirth, 2004) und *anzuwenden* (Funke, 2001). Besonders charakteristische Anforderungen komplexer Szenarien sind dabei (a) eine große Zahl an beteiligten Variablen, (b) eine hohe Vernetztheit dieser Variablen, (c) die Dynamik des Systems (d) die Intransparenz der Systemstruktur, sowie (e) eine Vielzahl an potentiell offenen und konfligierenden Zielen (Dörner, Kreuzig, Reiter & Stäudel, 1983; Funke, 2003). Nach Funke (2003, S.126f.) korrespondieren diese zentralen Anforderungen komplexer Probleme mit fünf Kompetenzfacetten: (a) *Reduktion* auf die wesentlichen Variablen, (b) *Modellbildung* bzgl. der wechselseitigen Abhängigkeiten, (c) *Steuerung* über mehrere Zeitpunkte, (d) systematische *Informationsbeschaffung* sowie (e) *Bewerten* –Abwägen und Balancieren– konfligierender Zielsetzungen.

Theoretisch lässt sich mit der Forschung zu komplexem Problemlösen u.a. anknüpfen an die Problemlöseforschung in der Tradition von Simon und Lea (neben Simon & Lea, 1974; v.a. Klahr & Dunbar, 1988; Schunn & Klahr, 1995; Vollmeyer & Burns, 1999; oder Vollmeyer & Funke, 1999), an die Arbeiten zum Einfluss von explizitem und implizitem Wissen auf die Steuerung komplexer Systeme, in der Tradition von Broadbent (Berry & Broadbent, 1984; Broadbent et al., 1986), an Arbeiten zu heuristischer (Gigerenzer & Brighton, 2009) und dynamischer Entscheidungsfindung (Edwards, 1962), an handlungstheoretische Überlegungen zu komplexem Problemlösen in der Tradition von Dörner (Dörner & Wearing, 1995, Dörner, 1989), an bestehende kognitive Modellierungen komplexen Problemlösens (Dörner, 1998; Schoppek, 2002) sowie v.a. auch an die diagnostischen Überlegungen zur *operativen Intelligenz* von Dörner (1986).

2. Facettendiagnostikum

Greiff und Funke (2010) entwickelten mit MICRODYN ein Diagnosticum zur Erfassung der Kompetenz im Umgang mit komplexen Problemen: Im Rahmen des computerbasierten Tests wird einer Person eine Reihe von Items vorgelegt, wobei jedes Item formal im Rahmen linearer Strukturgleichungen beschreibbar ist (vgl. Funke, 2001). Jedes Item umfasst bisher drei aufeinander folgende Aufgaben bzw. Phasen:

- A) In einer *Informationsbeschaffungsphase* ist es die Aufgabe der Person, das System kennenzulernen und sich ein Bild von den Zusammenhängen zu machen. Hierfür lassen sich die Ausprägungen der exogenen Variablen verändern und die Auswirkung der Variation auf die Visualisierung der endogenen Variablen beobachten (bewertet wird die Systematizität des Vorgehens).
- B) In einer *Modellbildungsphase* wird die Person aufgefordert, die Beziehungen zwischen den Variablen, die sie zuvor exploriert hatte, aus dem Gedächtnis zu rekonstruieren bzw. zu zeichnen (bewertet wird die Korrektheit des Modells).
- C) In einer *Steuerungsphase* soll die Person für jede der endogenen Variablen vorgegebene Soll-Werte über eine zweckdienliche Variation der exogenen Variablen erreichen (bewertet wird die Annäherung/Erreichung der Sollwerte).

Diese drei Phasen korrespondieren mit drei der oben genannten fünf Kompetenzfacetten (Informationsbeschaffung, Modellbildung, Steuerung). Ziel meines Promotionsprojekts ist es, (1) Zugänge zu den diagnostisch noch nicht erfassbaren Teilkompetenzen *Informationsreduktion* und *Bewertung* zu gewinnen und MicroDYN auf alle fünf Facetten zu erweitern. Darüber hinaus wird (2) eine Konstruktvalidierung der Problemlösekompetenz im Umgang mit komplexen dynamischen Systemen vorgenommen und (3) Geschlechterdifferenzen untersucht.

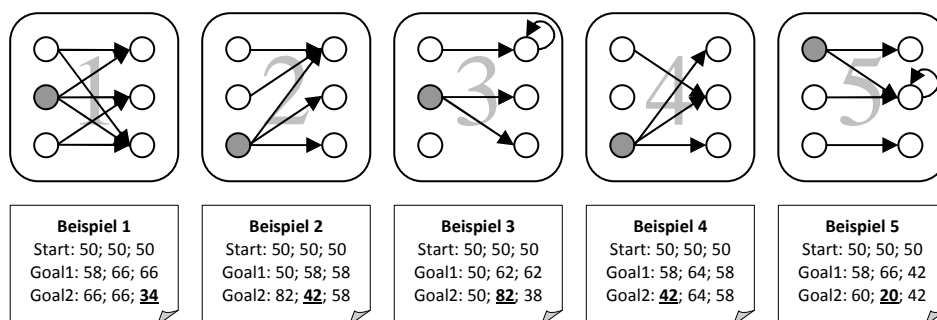
¹ Umfasst ein System eine Vielzahl hoch vernetzter Elemente nennt man es nach Dörner (1989, S.60) „komplex“; wenn es sich ohne äußere Eingriffe über die Zeit hinweg verändern kann, bezeichnet man es als „dynamisch“ (OECD, 2010, S. 18).

3. Erste Ergebnisse

Sowohl für *Informationsreduktion* (vgl. Gaschler & Frensch, 2007; Klauer, 1993), als auch für die *Bewertung* konfligierender Zielsetzungen (vgl. Blech & Funke, 2010; Funke, 2003) konnten erste Indikatoren entwickelt und als zwei neue Phasen in MICRODYN integriert werden:

- D) In der *Informationsreduktionsphase* ist es (unmittelbar vor der Modellbildungsphase) die Aufgabe der Person, die Inputvariable mit den meisten direkten Effekten zu identifizieren und sie so von weniger relevanten Inputvariablen abzugrenzen (bewertet wird die Korrektheit der Angabe).
- E) In einer *Bewertungsphase* wird die Person (unmittelbar nach der ersten Steuerphase) mit widersprüchlichen Zielen konfrontiert –d.h. es war nicht möglich für alle Outputvariablen die Soll-Werte zu erreichen–, mit der Aufgabe möglichst viele Ziele zu erreichen (bewertet wird, ob der korrekte Kompromiss angestrebt oder erreicht wurde).

Der Test wurde einer Stichprobe von 92 Studierenden der Universität Heidelberg vorgelegt, um einen ersten Eindruck von den psychometrischen Qualitäten der entwickelten Indikatoren zu erhalten. Im Folgenden sieht man fünf beispielhafte Items (visualisiert ist jeweils die Struktur der Items –grau markiert die Input-Variable mit den meisten Verbindungen– und darunter die Start- und Ziel-Werte der jeweils drei Output-Variablen – unterstrichen ist die Output-Variable deren Ziel man nicht erreicht, wenn man die Ziele für die zwei übrigen Output-Variablen erreicht). Erste Analysen deuten auf eine gute empirische Trennbarkeit der Facetten hin.



Aus den bisherigen Überlegungen sind mit Fischer, Greiff und Funke (submitted), Greiff und Fischer (submitted a), Greiff und Fischer (submitted b) drei Artikel erwachsen. Nach einer weiteren Auswertung der Ergebnisse steht die Konstruktvalidierung an einer größeren Stichprobe an, in welcher MicroDYN erstmals in Beziehung zu mehreren validierten Maßen komplexer Problemlösekompetenz, sowie zu fluider Intelligenz, zu analytischem Problemlösen, zu Persönlichkeit und Geschlecht gesetzt werden soll.

4. Diskussion

Was macht Komplexität aus? Welche Maße könnte man zur Validierung der fünf Facetten heranziehen?

Berry, D.C., & Broadbent, D.E. (1984). On the relationship between task performance and associated verbalizable knowledge. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 36A, 209-231.

Blech, C. & Funke, J. (2010). You Cannot Have Your Cake and Eat It, too: How Induced Goal Conflicts Affect Complex Problem Solving. *The Open Psychology Journal*, 2010, 3, 42-53

Broadbent, D.E., Fitzgerald, P., Broadbent, M.H.P. (1986). Implicit and explicit knowledge in the control of complex systems. *British Journal of Psychology*, 77 (1), 33-50.

Dörner, D. (1998). *Bauplan für eine Seele* [Blueprint for a soul]. Reinbeck: Rowohlt.

Dörner, D. (1986). Diagnostik der operativen Intelligenz [Diagnostics of operative intelligence]. *Diagnostica*, 32, 290-308.

Dörner, D. (1989). *Die Logik des Misslingens. Strategisches Denken in komplexen Situationen* [The logic of failure. Strategic thinking in complex situations]. Hamburg: Rowohlt.

Dörner, D., Kreuzig, H.W., Reither, F. & Stäudel, T. (1983). *Lohhausen: Vom Umgang mit Komplexität* [Lohhausen: About coping with complexity]. Bern: Huber.

Dörner, D. & Wearing, A.T. (1995). Complex Problem-Solving: Towards a (computersimulated) Theory. In Funke, J. & Frensch, P. (Eds.) *Complex Problem Solving – The European Perspective* (pp. 65-99). Hillsdale, New Jersey: Erlbaum.

Edwards, W. (1962). Dynamic decision theory and probabilistic information processing. *Human Factors*, 4, 59-73.

Gigerenzer, G., & Brighton, H. (2009). Homo heuristicus: Why biased minds make better inferences. *Topics in Cognitive Science*, 1, 107-143.

Greiff, S., Fischer, A. (submitted b). Measuring Complex Problem Solving: An Educational Application of Psychological Theories. In *Educational Research Review*.

Fischer, A., Greiff, S., & Funke, J. (submitted). The Process of Solving Complex Problems. In *Journal of Problem Solving*.

Funke, J. (2001). Neue Verfahren zur Erfassung intelligenten Umgangs mit komplexen und dynamischen Anforderungen [New ways for assessing intelligent behavior when dealing with complex and dynamic task requirements]. In E. Stern & J. Guthke (Hrsg.), *Perspektiven der Intelligenzforschung. Ein Lehrbuch für Fortgeschrittene* (S. 89-107). Lengerich: Pabst Science Publishers. ISBN 3-93535-769-9

Funke, J. (2003). *Problemlösendes Denken* [Problem Solving Thinking]. Stuttgart: Kohlhammer.

Gigerenzer, G., & Brighton, H. (2009). Homo heuristicus: Why biased minds make better inferences. *Topics in Cognitive Science*, 1, 107-143.

Gaschler, R. (2009). *Information reduction as item-general strategy change*. Retrieved, July, 2011, from <http://edoc.hu-berlin.de/dissertationen/gaschler-robert-2009-06-30/PDF/gaschler.pdf>

Gaschler, R., & Frensch, P. A. (2007). Is information reduction an item-specific or an item-general process?. *International Journal of Psychology*, 42, 218-228.

Greiff, S. (in press). *Individualdiagnostik der Problemlösefähigkeit*. Münster: Waxmann.

Greiff, S., Fischer, A. (submitted a). Kompetenzdiagnostik im Umgang mit komplexen dynamischen Problemen –empirisch fundierte Modelle von Kompetenzstruktur und -niveaus. In *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*.

Greiff, S., & Funke, J. (2010). Systematische Erforschung komplexer Problemlösefähigkeit anhand minimal komplexer Systeme [Systematic research on complex problem solving competency using minimal complex systems]. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 56 (Beiheft), 216-227.

Klahr, D., & Dunbar, K. (1988). Dual space search during scientific reasoning. *Cognitive Science*, 12, 1-48.

Klauer, K. C. (1993). Belastung und Entlastung beim Problemlösen. Eine Theorie des deklarativen Vereinfachens. Göttingen: Hogrefe.

OECD (2010). *PISA 2012 problem solving framework (draft for field trial)*. Paris: OECD.

Reichert, U. & Dörner, D. (1988). Heuristiken beim Umgang mit einem einfachen dynamischen System. *Sprache und Kognition* 7. Jahrgang, Heft 1, 12 - 24.

Schoppek, W. (2002). Examples, rules, and strategies in the control of dynamic systems. *Cognitive Science Quarterly*, 2, 63-92.

Schunn, C. D., & Klahr, D. (1995). *A 4-space model of scientific discovery*. In Proceedings of the 17th Annual Conference of the Cognitive Science Society.

Simon, H. A., & Lea, G. (1974). Problem solving and rule induction: A unified view. In L. W. Gregg (Ed.), *Knowledge and cognition* (pp. 105-127). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Vollmeyer, R., & Burns, B. D. (1999). Problemlösen und Hypothesentesten [problem solving and hypothesis testing]. In H. Gruber, W. Mack & A. Ziegler (Eds.), *Wissen und Denken. Beiträge aus Problemlösepsychologie und Wissenspsychologie* (pp. 101-118). Wiesbaden: Deutscher Universitäts Verlag.

Wirth, J. (2004). *Selbstregulation von Lernprozessen*. Münster: Waxmann.