

Problemlösen und implizites Lernen

HILDE HAIDER

Universität zu Köln

Abstract. Ziel des Beitrages ist es, eine Verbindung zu ziehen zwischen dem Thema Problemlösen auf der einen Seite und dem Thema implizites Lernen auf der anderen Seite. Über einen kurzen historischen Abriss der Problemlöseforschung wird herausgearbeitet, wie sich hieraus der Forschungsbereich implizites Lernen entwickelt hat. Im Weiteren werden Unterschiede und Gemeinsamkeiten beider Forschungsbereiche aufgezeigt.

Im Jahr 1985 begann ich an der Universität der Bundeswehr in Hamburg bei Rainer Kluwe zu promovieren. Das Thema war damals komplexes Problemlösen, ein seit den 70er-Jahren in der deutschen Psychologie sehr stark beforschtes Gebiet, das von Dietrich Dörner (1981) und Joachim Funke (1986) nachhaltig geprägt wurde. Das große Interesse am komplexen Problemlösen ergab sich einerseits aus der Fortführung der deutschen Denkpsychologie (Wundt, 1907) und andererseits aus drängenden angewandten Fragen: Wie kann man in einer vernetzten Umwelt Menschen darin unterstützen, die komplexen gesellschaftlichen Herausforderungen, wie z. B. Umweltverschmutzung, Waldsterben oder Ressourcenverknappung, zu bewältigen (Vester, 1974)?

Bei der Umsetzung offenbarten sich forschungspraktische Probleme. So zeigten die Untersuchungen häufiger, dass schlechte Problemlöseleistungen mit guten verbalen Beschreibungen des Problems verbunden waren, während eine gute Performanz beim Problemlösen mit einer geringen Fähigkeit einherging, die Struktur

des komplexen Systems zu beschreiben (Kluwe et al., 1990). Auch Versuche, selbst-reflexive Kompetenzen zu induzieren, blieben erfolglos (Putz-Osterloh, 1985). Komplexe Fehleranalysen, die Dörner und Kollegen (1983; 1988) anhand von Computersimulationen durchführten, erlaubten wenig präzise Vorhersagen, warum spezifische Fehler bei der Kontrolle komplexer Probleme auftraten (Funke, 1992). Insgesamt wurde deutlich, dass vermutlich noch zu wenig verstanden wurde, welche kognitiven Prozesse komplexem Problemlösen zugrunde lagen und wie diese gefördert werden können, um Menschen bei der Lösung komplexer Probleme zu unterstützen. In der Folge führte dies dazu, dass weniger komplexe Systeme (finite Automaten) für die Untersuchungen genutzt wurden, die einfacher zu formalisieren waren und damit klarere experimentelle Manipulationen ermöglichten (Buchner, 1995; Funke, 1986).

Auch der Einfluss von Donald Broadbents Arbeiten veränderte den Fokus der komplexen Problemlösungsforschung (Berry & Broadbent, 1984, 1988; Broadbent et al., 1986). Ähnlich wie Funke verwendeten die Autoren einfachere Probleme, die auf linearen Gleichungssystemen basierten. Diese Arbeiten offenbarten ein interessantes Phänomen: Menschen schienen die Systeme auf der Grundlage implizit erworbenen Wissens zu kontrollieren. Sie waren in der Lage, ein komplexes System optimal zu steuern (potenziell implizites Lernen), konnten aber gleichzeitig Fragen zur internen Struktur dieses Systems (potenziell explizites Wissen) nicht beantworten. Darüber hinaus zeigten Hayes und Broadbent (1988), dass die Kontrolle des Systems und strukturelles Wissen über das System durch unterschiedliche experimentelle Manipulationen beeinflusst wurden.

Diese Unterscheidung zwischen implizitem und explizitem Lernen (oder Wissen) beim komplexen Problemlösen löste jedoch schnell Kritik aus. Einerseits könnte eine solche zu beobachtende Dissoziation zwischen der Kontrollleistung und der Fähigkeit, Fragen zur Struktur des Systems zu beantworten, tatsächlich darauf zurückzuführen sein, dass die Kontrolle implizit erlernt wurde. Andererseits könnte diese jedoch auch dadurch erklärt werden, dass die Systemsteuerung auf einer linearen Optimierung des Systems basiert, die ohne Kenntnis der genauen Struktur des zugrunde liegenden Systems genutzt werden kann (Buchner, 1993, 1995;

Buchner & Funke, 1993; Haider, 1992). Inspiriert von diesen Debatten, begann ich mich in meiner Forschung auf die Frage zu konzentrieren, ob es möglich sei, zu lernen, ohne sich des Lernprozesses selbst sowie der gelernten Inhalte bewusst zu sein (implizites Lernen).

Implizites Lernen geht unter anderem auf die Arbeit von Reber (1967) zurück. Er entwickelte die sogenannte künstliche Grammatikaufgabe. Während der Lernphase werden die Versuchspersonen aufgefordert, Buchstabenfolgen zu beobachten, die aus einer komplexen zugrunde liegenden Grammatik abgeleitet wurden. Danach erhalten sie in der Testphase neue, der Grammatik entsprechende oder nicht entsprechende Buchstabenfolgen und sollen beurteilen, ob diese grammatikalisch korrekt sind. Reber und Kollegen (Reber, 1967; Reber & Lewis, 1977) beobachteten, dass die Versuchspersonen die Buchstabenfolgen besser beurteilen konnten, als per Zufall zu erwarten. Gleichzeitig waren sie aber nicht in der Lage, die Grammatik verbal zu beschreiben. Ähnlich wie bei Broadbents Arbeiten kam Kritik an diesen Befunden auf. Die Leistung in diesen künstlichen Grammatikaufgaben konnte entweder durch die Annahme erklärt werden, dass die Versuchspersonen implizit abstraktes Regelwissen über die künstliche Grammatik erworben hatten, oder – deutlich einfacher – durch das explizite Erlernen von Fragmenten der Buchstabenfolgen (Perruchet & Pacteau, 1990; Shanks & St. John, 1994). Dennoch wurde implizites Lernen zu einem der wesentlichen Themen in der kognitiven Psychologie.

Um diese Probleme zu umgehen, begannen Peter Frensch und ich eine etwas andere Frage an die implizite Lernforschung zu stellen. Die zugrunde liegende Beobachtung war, dass in fast jedem impliziten Lernexperiment einige wenige Versuchspersonen explizites Wissen über die zugrunde liegende Regularität erwerben. Daher fragten wir, wie sich explizites Wissen in einem impliziten Lernexperiment entwickeln könnte, wenn Versuchspersonen nicht über die Existenz einer in die Aufgabe eingebauten Regularität informiert werden (Frensch et al., 2003). Im Unterschied zu anderen Forschern verglichen wir nicht eine implizite Lernsituation mit einer Situation, in der die Versuchspersonen aufgefordert werden, nach einer zugrunde liegenden Gesetzmäßigkeit zu suchen (explizites Lernen; Dienes

& Berry, 1997), sondern nutzten leicht zu erkennende Regularitäten und testeten nach dem Experiment, ob die Versuchspersonen in der Lage waren, die Regularität vollständig verbal zu berichten.

Die Befunde zeigten, dass die Mehrheit der Versuchspersonen, die in der Lage waren, die gesamte Regularität in einem postexperimentellen Wissenstest zu benennen, irgendwann während des Trainings eine abrupt auftretende starke Abnahme der Reaktionszeiten aufwiesen. Wir vermuteten, dass diese Reaktionszeitabnahme den Moment widerspiegeln könnte, in dem die Versuchspersonen von einer stimulus- zu einer top-down-gesteuerten Kontrolle wechselten (Tubau et al., 2007). Erste Unterstützung dieser Annahme kam von Neuroimaging-Daten (Rose et al., 2010; Wessel et al., 2012). Diese ließen erkennen, dass, sobald der steile Abfall der Reaktionszeiten auftrat, die EEG-Signale eine Kopplung in der Gammaband-Aktivität indizierten. Darüber hinaus zeigte das BOLD-Signal in einer fMRT-Studie eine erhöhte Aktivität im medialen und ventrolateralen präfrontalen Kortex sowie im ventralen Striatum, kurz bevor die steile Abnahme der Reaktionszeiten sichtbar wurde.

Zur weiteren Prüfung drehten wir die Analysen um und nutzten die abrupt auftretende Verkürzung der Reaktionszeit, um die nach dem Training erfasste Menge an explizit erworbenem Wissen vorherzusagen (Haider et al., 2011). Gleichzeitig präsentierten wir im Training stroopartiges Aufgabenmaterial, um herauszufinden, ob der Reaktionszeitunterschied zwischen kongruenten und inkongruenten Stroop-Stimuli verschwinden würde, sobald sich die plötzliche Abnahme der Reaktionszeit bei einer Versuchsperson zeigt. In beiden Studien ergab sich bei ca. 50 % der Versuchspersonen eine abrupte Reaktionszeitabnahme während des Trainings. Von diesen konnte die Mehrheit die gesamte Regularität benennen und auch der Unterschied zwischen kongruenten und inkongruenten Stroop-Stimuli verschwand mit dem Moment des Auftretens der abrupten Reaktionszeitabnahme. Hingegen blieb bei den Versuchspersonen, die keine plötzliche Abnahme der Reaktionszeit zeigten, der Kongruenzeffekt bis zum Ende des Trainings bestehen und die meisten konnten nur Teile der gesamten Regularität verbalisieren. Diese Ergebnisse sprechen folglich dafür, dass (a) sich implizite und explizite Prozesse unterscheiden

und (b) explizites Wissen in einer impliziten Lernsituation ähnlich einer *Einsicht* innerhalb eines kurzen Zeitfensters entsteht.

Insgesamt veranschaulicht diese Forschung, dass implizite Lernexperimente geeignet sein können, um einen wesentlichen und interessanten Teilaspekt der Problemlöseforschung zu untersuchen, nämlich wie Menschen zu einer Einsicht gelangen und eine Umstrukturierung der Repräsentation einer Situation vornehmen. Es wäre sicher interessant, solche Ansätze zu nutzen, um die Prozesse, die komplexem Problemlösen zugrunde liegen, genauer zu ergründen.

Referenzen

- Berry, D. C., & Broadbent, D. E. (1984). On the relationship between task performance and associated verbalizable knowledge. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 36, 209–231. <https://doi.org/10.1080/14640748408402156>
- Berry, D. C., & Broadbent, D. E. (1988). Interactive tasks and the implicit-explicit distinction. *British Journal of Psychology*, 79, 251–272. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1988.tb02286.x>
- 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, 33–50. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8295.1986.tb01979.x>
- Buchner, A. (1993). *Implizites Lernen. Probleme und Perspektiven*. Psychologie Verlags Union.
- Buchner, A. (1995). Basic topics and approaches to the study of complex problem solving. In P. A. Frensch & J. Funke (Hrsg.), *Complex problem solving: The European perspective* (S. 27–63). Psychology Press. <https://doi.org/10.4324/9781315806723>
- Buchner, A., & Funke, J. (1993). Finite-state automata: Dynamic task environments in problem solving research. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology, Section A*, 46(1), 83–118. <https://doi.org/10.1080/14640749308401068>
- Dienes, Z., & Berry, D. (1997). Implicit learning: Below the subjective threshold. *Psychonomic Bulletin & Review*, 4(1), 3–23. <https://doi.org/10.3758/BF03210769>
- Dörner, D. (1981). Über die Schwierigkeiten menschlichen Umgangs mit Komplexität. *Psychologische Rundschau*, 32, 163–179.

- Dörner, D., Kreuzig, H. W., Reither, F., & Stäudel, T. (1983). *Lohhausen. Vom Umgang mit Unbestimmtheit und Komplexität*. Hans Huber.
- Dörner, D., Schaub, H., Stäudel, T., & Strohschneider, S. (1988). Ein System zur Handlungsregulation oder – Die Interaktion von Emotion, Kognition und Motivation. *Sprache & Kognition*, 7, 217–232. https://doi.org/10.1007/978-3-642-75304-6_9
- Frensch, P. A., Haider, H., Rüniger, D., Neugebauer, U., Voigt, S., & Werg, D. (2003). The route from implicit learning to awareness of what has been learned. In L. Jiménez (Hrsg.), *Attention and implicit learning* (S. 335–366). John Benjamins Publishing Company. <http://dx.doi.org/10.1075/aicr.48.17fre>
- Funke, J. (1986). *Komplexes Problemlösen – Bestandsaufnahme und Perspektiven*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-70994-4>
- Funke, J. (1992). *Wissen über dynamische Systeme: Erwerb, Repräsentation und Anwendung*. Springer. [urlhttps://doi.org/10.1007/978-3-642-77346-4](https://doi.org/10.1007/978-3-642-77346-4)
- Haider, H. (1992). Implizites Wissen und Lernen. Ein Artefakt? *Zeitschrift für Experimentelle und Angewandte Psychologie*, 39, 68–100.
- Haider, H., Eichler, A., & Lange, T. (2011). An old problem: How can we distinguish between conscious and unconscious knowledge acquired in an implicit learning task? *Consciousness and Cognition*, 20(3), 658–672. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2010.10.021>
- Hayes, N. A., & Broadbent, D. E. (1988). Two modes of learning for interactive tasks. *Cognition*, 28, 249–276. [urlhttps://doi.org/10.1016/0010-0277\(88\)90015-7](https://doi.org/10.1016/0010-0277(88)90015-7)
- Kluwe, R. H., Misiak, C., & Haider, H. (1990). Learning by doing in the control of a complex system. In H. Mandl, E. de Corte, N. Bennett, & H. F. Friedrich (Hrsg.), *Learning and instruction. European research in an international context: Bd. 2.1. Social and cognitive aspects of learning and instruction* (S. 197–218). Pergamon Press.
- Perruchet, P., & Pacteau, C. (1990). Synthetic grammar learning: Implicit rule abstraction or explicit fragmentary knowledge? *Journal of Experimental Psychology: General*, 119(3), 264–275. <https://doi.org/10.1037/0096-3445.119.3.264>
- Putz-Osterloh, W. (1985). Selbstreflexionen, Testintelligenz und interindividuelle Unterschiede bei der Bewältigung komplexer Probleme. *Sprache & Kognition*, 4, 203–216.

- Reber, A. S. (1967). Implicit learning of artificial grammars. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*, 6(6), 855–863. [https://doi.org/10.1016/S0022-5371\(67\)80149-X](https://doi.org/10.1016/S0022-5371(67)80149-X)
- Reber, A. S., & Lewis, S. (1977). Implicit learning: An analysis of the form and structure of a body of tacit knowledge. *Cognition*, 5(4), 333–361. [https://doi.org/10.1016/0010-0277\(77\)90020-8](https://doi.org/10.1016/0010-0277(77)90020-8)
- Rose, M., Haider, H., & Büchel, C. (2010). The emergence of explicit memory during learning. *Cerebral Cortex*, 20(12), 2787–2797. <https://doi.org/10.1093/cercor/bhq025>
- Shanks, D. R., & St John, M. F. (1994). Characteristics of dissociable human learning systems. *Behavioral and Brain Sciences*, 17(3), 367–447. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00035032>
- Tubau, E., López-Moliner, J., & Hommel, B. (2007). Modes of executive control in sequence learning: From stimulus-based to plan-based control. *Journal of Experimental Psychology: General*, 136(1), 43–63. [urlhttps://doi.org/10.1037/0096-3445.136.1.43](https://doi.org/10.1037/0096-3445.136.1.43)
- Vester, F. (1974). *Neue Dimensionen des Denkens*. S. Fischer.
- Wessel, J., Haider, H., & Rose, M. (2012). The transition from implicit to explicit representations in incidental learning situations: More evidence from high-frequency EEG coupling. *Experimental Brain Research*, 217(1), 153–162. <https://doi.org/10.1007/s00221-011-2982-7>
- Wundt, W. (1907). Über Ausfrageexperimente und über die Methoden zur Psychologie des Denkens. *Psychologische Studien*, 3, 301–360.