

Metakognitive Strategien beim Experimentieren

Ausgangslage und theoretischer Hintergrund

Mit einem zunehmenden Bildungsgrad steigt die Forderung nach selbstreguliertem Lernen, sodass dieses als eine wichtige fächerübergreifende Kompetenz in Bildungskontexten wie Schule und Hochschule angesehen wird (Schiefele & Köller, 2003). In Theorien des selbstregulierten Lernens stellen dabei wiederum metakognitive Strategien eine wesentliche Schlüsselkompetenz dar (z.B. Boekaerts, 1999). Metakognition bezeichnet wörtlich das ‚Denken über das Denken‘ und stellt damit eine Metaperspektive auf Denkvorgänge dar. Diese Definition schließt alle Prozesse und Produkte des Denkens und der Denkvorgänge ein, sodass eine Vielzahl verschiedener Phänomene miteinbezogen werden, was erneut die Komplexität des Konzepts Metakognition widerspiegelt (Hasselhorn, 1992).

Im Laufe der Metakognitionsforschung entwickelten sich verschiedene Konzeptualisierungen sowie Modellvorstellungen, wobei bis heute keine allgemeingültige Akzeptanz eines theoretischen Ansatzes (Bannert, 2007) erfolgte. Eine weitreichende Einigkeit besteht jedoch in der Zwei-Komponenten-Sichtweise der Metakognition durch Einteilung in einen deklarativen Wissensaspekt und einen exekutiven Kontrollaspekt der Metakognition (Bannert, 2007).

Eine weitere wichtige Kompetenz, die im Rahmen der Hochschulbildung erworben werden soll, ist die Fähigkeit (natur-)wissenschaftliche Erkenntnisgewinnungsprozesse durchzuführen. Unter dem Begriff der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung werden die grundlegenden Aspekte, wie beispielsweise die charakteristischen Methoden, der Gewinnung von naturwissenschaftlichen Erkenntnissen verstanden (Flick & Lederman, 2004). Ein Strukturierungsbeispiel der Erkenntnisgewinnungsprozesse bildet das Basismodell nach Doran et al. (1994), welches die präexperimentelle Phase, die experimentelle Phase sowie die postexperimentelle Phase unterscheidet (vgl. Abb.1).



Abb. 1: Erkenntnisgewinnungsprozesse eingeteilt nach Doran et al. (1994).

Zielstellung und Forschungsfragen

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, inwieweit metakognitive Strategien in naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnungsprozessen auftreten und wie diese differenziert erfasst werden können.

Ziel der Studie ist somit die Entwicklung und Validierung eines Kodiermanuals zur Beschreibung der metakognitiven Strategien in Erkenntnisgewinnungsprozessen. Daraus ergeben sich die folgenden Forschungsfragen:

F₁: Inwieweit erfasst das entwickelte Kodiermanual metakognitive Strategien differenziert?

F₂: Inwieweit lassen sich Unterschiede bei der Verwendung metakognitiver Strategien im Laufe des Erkenntnisgewinnungsprozesses feststellen?

Methoden & Design

Zur Beantwortung der Forschungsfragen, wurde zunächst auf Basis der Zwei-Komponenten-Sichtweise der Metakognition ein Kodiermanual theoriegeleitet entwickelt (vgl. Abb. 2). Dieses wurde anschließend auf individuelle Erkenntnisgewinnungsprozesse von Studierenden angewendet. Dabei dienten Laut-Denken-Transkripte der Studie von Sonnenschein (2019) als Datengrundlage. Die Stichprobe umfasste insgesamt 14 Studierende. Fünf Studierende des Monobachelorstudiengangs Chemie, fünf Studierende des Kombinationsbachelorstudiengangs (Lehramt mit Unterrichtsfach Chemie) sowie vier Studierende des Kombinationsmasterstudiengangs (Lehramt mit Unterrichtsfach Chemie). Die Probandinnen und Probanden bearbeiteten jeweils drei offene Experimentieraufgaben im Kontext der analytischen Chemie, wobei bei der zweiten Aufgabe zusätzlich metakognitive Prompts prozessbegleitend hinzugefügt wurden. Insgesamt standen folglich $N = 42$ Transkripte für die Kodierung zur Verfügung. Mithilfe einer strukturierten qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) wurden die Daten unter anderem in Hinblick auf das Auftreten metakognitiver Strategien zu bestimmten Zeitpunkten eines Erkenntnisgewinnungsprozesses analysiert.

Ausgewählte Ergebnisdarstellung & Diskussion

Kodiermanual

In Abbildung 2 ist das entwickelte Kodiermanual abgebildet, wobei im ersten Schritt eine Zweigliederung in Metakognitives Wissen und Exekutive Metakognition vorgenommen wurde. Um metakognitive Strategien in Erkenntnisgewinnungsprozesse zu erfassen, wurden die Aspekte der exekutiven Metakognition in Bezug zu den Teilprozessen der Erkenntnisgewinnung gesetzt und basierend auf den jeweiligen Anforderungen die zu erwartenden metakognitiven Kategorien abgeleitet. Es ergab sich eine verstärkte Bedeutung von planungsrelevanten Aspekten in naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnungsprozessen, sodass die Kategorie Planung um die Subkategorien Orientierung, Zielspezifikation und Planen weiter ausdifferenziert wurde. Ergänzend wurde basierend auf Flavell und Wellman (1977) die Überkategorie Sensitivität hinzugefügt. Die Ergebnisse der Kappa-Werte der Interraterreliabilität (.82) und Intraraterreliabilität (.92) deuten auf ein sehr reliables Kodiermanual hin, anhand dessen metakognitive Strategien differenziert erfasst werden können.

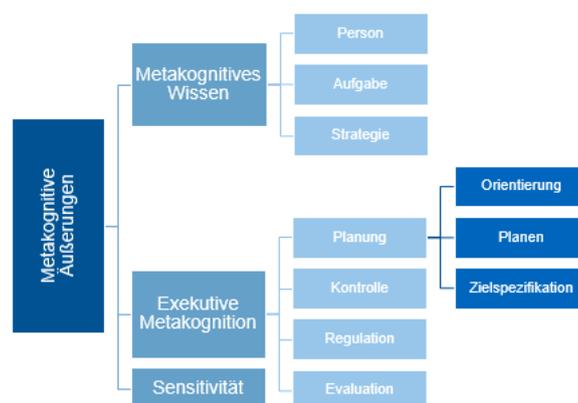


Abb. 2: Übersicht über das entwickelte Kodiermanual zur Erfassung metakognitiver Äußerungen in Erkenntnisgewinnungsprozessen.

Erkenntnisgewinnungsphasen

Die Ergebnisse der Kodierung zeigen eine annähernd gleiche Gesamthäufigkeit der metakognitiven Äußerungen in der präexperimentellen (17,71%) und experimentellen (17,48%) Phase. Davon unterscheidet sich die Anzahl der metakognitiven Äußerungen in der postexperimentellen Phase mit einer Gesamthäufigkeit von 14,21%. Dies deutet darauf hin, dass metakognitive Strategien häufiger in der Planungs- und Durchführungsphase von Erkenntnisgewinnungsprozessen verwendet werden.

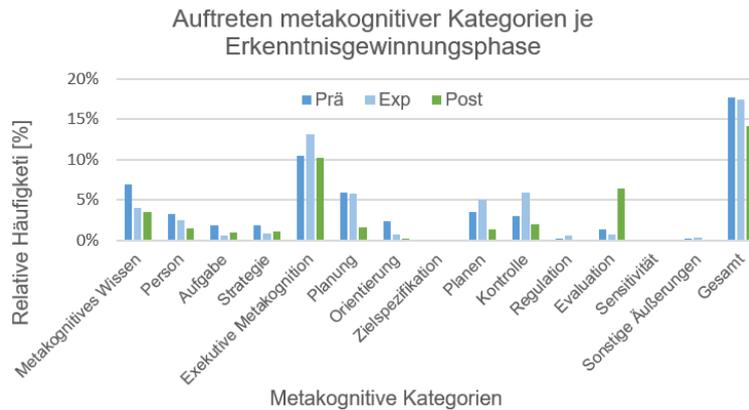


Abb. 3: Relative Häufigkeit des Auftretens metakognitiver Kategorien je Erkenntnisgewinnungsphase.

Beim genaueren Betrachten der Nutzung der jeweiligen Strategien in den verschiedenen Phasen ist bei der Überkategorie *Metakognitives Wissen* auffällig, dass diese primär in der präexperimentellen Phase aufzutreten scheint, mit einer annähernd doppelt so großen Häufigkeit im Vergleich zu den beiden anderen Phasen. Dieser Unterschied ist besonders bei den Kategorien *Aufgabe* und *Strategie* deutlich zu sehen. Die Ergebnisse decken sich mit der Annahme, dass sich die präexperimentelle Phase hauptsächlich auf die Planung des Experiments bezieht, welches eine Auseinandersetzung mit der Aufgabenstellung, eine anschließende geeignete Strategieauswahl sowie eine Durchführungsplanung erfordert.

Des Weiteren zeigen die Ergebnisse, dass die Kategorie *Evaluation* primär in der Postphase aufzutreten scheint und mit 6,48 % fast die Hälfte aller metakognitiven Strategien in der gesamten postexperimentellen Phase abbildet. Dies bestätigt die Annahme, dass in der postexperimentellen Phase vorwiegend die abschließende Bewertung und Interpretation des durchgeführten Experiments stattfindet.

Fazit & Ausblick

Insgesamt lässt sich festhalten, dass sich das entwickelte Kodiermanual zur Erfassung von metakognitiven Strategien in naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnungsphasen eignet. Für eine noch bessere Kategoriendifferenzierung erfolgt momentan eine Instrumentvalidierung anhand eines Expertenratings.

Die Ergebnisse lassen generell vermuten, dass exekutive Metakognition häufiger als metakognitives Wissen auftritt. Diese Annahme sollte anhand anderer experimenteller Settings überprüft werden.

Literatur

- Bannert, M. (2007). Metakognition beim Lernen mit Hypermedien. Erfassung, Beschreibung und Vermittlung wirksamer metakognitiver Strategien und Regulationsaktivitäten. (Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie, Bd. 61). Münster: Waxmann
- Boekaerts, M. (1999). Self-regulated learning: Where we are today. *International Journal of Educational Research*, 31, 445-457
- Doran, R. L., Lawrenz, F. & Helgeson, S. (1994). Research on assessment in science. In D. L. Gabel (Ed.), *Handbook of research on science teaching and learning. A project of the National Science Teachers Association* (S. 388-442). New York, NY: Macmillan
- Flavell, J. H. & Wellman, H. M. (1977). Metamemory. In R. Kail & W. Hagen (Eds.), *Perspectives on the development of memory and cognition* (pp. 3-31). Hillsdale, NJ: Erlbaum
- Flick, L. B. & Lederman, N. G. (2004). *Scientific inquiry and nature of science: Implications for teaching, learning, and teacher education*: Springer
- Hasselhorn, M. (1992). Metakognition und Lernen. In G. Nold (Hrsg.), *Lernbedingungen und Lernstrategien: welche Rolle spielen kognitive Verstehtensstrukturen?* (S. 35-64). Tübingen: Gunter Narr Verlag Tübingen
- Mayer, J. (2007). Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung* (pp. 177-186). Berlin, Heidelberg: Springer
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. Weinheim: Beltz
- Schiefele, U., Köller, O. (2003). Selbstreguliertes Lernen im Kontext von Schule und Hochschule. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 17 (3/4), 155-157
- Sonnenschein, I. (2019). *Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsprozesse Studierender im Labor. (Studien zum Physik- und Chemielernen, Band 289)*. Berlin: Logos Verlag Berlin