

Alexandra Krüger

Metakognition beim mathematischen Modellieren

Strategieinsatz aus Schülerperspektive

MOREMEDIA



Springer Spektrum

Perspektiven der Mathematikdidaktik

Reihe herausgegeben von

Gabriele Kaiser, Sektion 5, Universität Hamburg, Hamburg, Deutschland

In der Reihe werden Arbeiten zu aktuellen didaktischen Ansätzen zum Lehren und Lernen von Mathematik publiziert, die diese Felder empirisch untersuchen, qualitativ oder quantitativ orientiert. Die Publikationen sollen daher auch Antworten zu drängenden Fragen der Mathematikdidaktik und zu offenen Problemfeldern wie der Wirksamkeit der Lehrerausbildung oder der Implementierung von Innovationen im Mathematikunterricht anbieten. Damit leistet die Reihe einen Beitrag zur empirischen Fundierung der Mathematikdidaktik und zu sich daraus ergebenden Forschungsperspektiven.

Reihe herausgegeben von

Prof. Dr. Gabriele Kaiser
Universität Hamburg

Weitere Bände in dieser Reihe <http://www.springer.com/series/12189>

Alexandra Krüger

Metakognition beim mathematischen Modellieren

Strategieinsatz aus
Schülerperspektive



Springer Spektrum

Meiner Familie gewidmet.

Danksagung

An erster Stelle geht mein Dank an meine Doktormutter Prof. Dr. Gabriele Kaiser für die Möglichkeit zu promovieren sowie die Betreuung und Unterstützung während meiner Promotionszeit. Gleichmaßen danken möchte ich Dr. habil. Katrin Vorhölder, da beide es ermöglicht haben, dass ich promovieren durfte. Dies bedeutet nicht nur, dass ich meine wissenschaftliche Arbeit erfolgreich abschließen konnte, sondern auch, dass ich vielfältige Erfahrungen sammeln durfte, die ich niemals vergessen werde. Neben den wissenschaftlichen Erfahrungen habe ich auch viele weitere Erfahrungen sammeln können, die mich in meiner Persönlichkeit sehr geprägt haben.

Ich möchte jedem einzelnen aus der Arbeitsgruppe von Prof. Dr. Gabriele Kaiser an der Universität Hamburg danken, da die Ideen und Anregungen aus der Forschungsgruppe meine Arbeit voranbringen konnten. Besonders möchte ich Lisa Wendt für die intensive Zusammenarbeit während unserer gemeinsamen Promotionszeit danken. Außerdem danke ich insbesondere Ann Sophie Stuhlmann, Dr. Armin Jentsch, Dennis Meyer und Kirsten Benecke für ihre Unterstützung in unterschiedlichen Bereichen meiner Arbeit. Hayo Thom möchte ich vielmals für seine hilfreichen Anmerkungen danken.

Zudem möchte ich den teilnehmenden Lehrpersonen und Schülerinnen und Schülern an dem Projekt MeMo danken, da ohne sie meine Studie und auch das Projekt MeMo nicht möglich gewesen wären. Insbesondere möchte ich allen Schülerinnen und Schülern danken, mit denen ich Interviews führen durfte und ohne deren Bereitschaft und Einsatz, meine Arbeit nicht entstanden wäre. Ich danke den studentischen Hilfskräften, die mich bei der Transkription der Interviews unterstützt haben.

Nicht vergessen möchte ich die Unterstützung durch das Stipendium der Landesgraduiertenförderung der Universität Hamburg und auch der Stiftung Helden von Herrn Dohmen.

Schließlich geht ein besonderer Dank an meine Familie und Freunde, da sie mich in der Zeit unterstützt und den notwendigen Rückhalt gegeben haben, um meine Promotion erfolgreich abzuschließen.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Theoretischer Rahmen	5
2.1	Metakognition	5
2.1.1	Das Konzept der Metakognition	5
2.1.2	Begriffsabgrenzung und Eigenschaften von Metakognition	15
2.1.3	Soziale Metakognition	18
2.2	Mathematisches Modellieren	22
2.2.1	Begriffsbestimmung und Ziele	22
2.2.2	Modellierungsprozess und Modellierungskompetenz	26
2.2.3	Modellierungsaufgaben und Schwierigkeiten	30
2.3	Stand der Diskussion	36
2.3.1	Einsatz metakognitiver Strategien nach dem Projekt MeMo	36
2.3.2	Auslöser des Einsatzes metakognitiver Strategien	37
2.3.3	Einsatz metakognitiver Strategien beim mathematischen Modellieren	51
2.3.4	Auswirkungen metakognitiver Strategien	56
2.4	Auslöser und Auswirkungen metakognitiver Strategien – Theoretische Konzeption	59
3	Methodologie und methodisches Vorgehen	63
3.1	Methodologische Grundorientierung	63
3.2	Das Design der Studie	70
3.2.1	Das Projekt MeMo	70
3.2.2	Die Lernumgebung des Projektes MeMo	72

3.2.3	Vergleich der beiden Interventionsgruppen	77
3.3	Methodik der Datenerhebung	83
3.4	Die Stichprobe und die Fallauswahl	89
3.5	Methodik der Datenauswertung	92
4	Darstellung der Ergebnisse	105
4.1	Auswertungsergebnisse der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse	105
4.1.1	Rekonstruierte Auslöser des Einsatzes metakognitiver Strategien aus Schülerperspektive	105
4.1.2	Berichteter Einsatz metakognitiver Strategien bei den verwendeten Modellierungsaufgaben	111
4.1.3	Rekonstruierte Auswirkungen des Einsatzes metakognitiver Strategien aus Schülerperspektive	123
4.2	Schülertypen metakognitiver Strategien	129
4.2.1	Der distanzierte metakognitive Typus	131
4.2.2	Der passive metakognitive Typus	138
4.2.3	Der intendierende metakognitive Typus	143
4.2.4	Der aktivierte metakognitive Typus	148
4.2.5	Der selbstgesteuerte metakognitive Typus	158
4.2.6	Der überzeugte metakognitive Typus	165
4.3	Zusammenhangsanalysen zwischen der Typeneinordnung und anderen Kategorien	172
4.3.1	Die Auswertung der strategiespezifischen Unterschiede	173
4.3.2	Übergreifende Auswertung der beiden Interventionsgruppen	180
4.3.3	Übergreifende Einzelfallanalysen	185
5	Zusammenfassung und Ausblick	191
	Literaturverzeichnis	211



Einleitung

1

Aufgrund einer konstruktivistischen Orientierung der Bildungsforschung ist ein allseits akzeptiertes Ziel, die Schülerinnen und Schüler zu selbstständig handelnden Akteuren ihres Lernprozesses anzuleiten, so dass sie eigenverantwortlich lernen und ihr eigenes Lernen organisieren können. Dieses Ziel wird ebenso beim mathematischen Modellieren gefordert, welches die Bearbeitung komplexer, realitätsbezogener Fragestellungen mit Hilfe der Mathematik beschreibt. Die Bedeutung des mathematischen Modellierens ist weltweit anerkannt, weshalb es in vielen internationalen Curricula fest verankert ist (Kaiser 2017, S. 267). In Deutschland wurde das mathematische Modellieren als eine der sechs allgemeinen Kompetenzen in die Bildungsstandards aller Schulformen aufgenommen.

In der Modellierungsdebatte wird vielfach die Ansicht vertreten, dass die Schülerinnen und Schüler die Bearbeitung der Modellierungsaufgaben so selbstständig wie möglich durchführen sollen. Beim mathematischen Modellieren finden dementsprechend häufig die adaptive Lehrerintervention beziehungsweise das Scaffolding Anwendung, bei dem die Intervention nur erfolgt, wenn die Schülerinnen und Schüler ohne dessen Einsatz nicht weiterkommen würden (Van de Pol et al. 2010, S. 274, Leiss und Tropper 2014, S. 19). Im Sinne Vygotskis wird hierbei von dem Erreichen der sogenannten *Zone of proximal development* gesprochen, da die Schülerinnen und Schüler durch die Hilfe der Lehrperson die nächste Zone ihrer Entwicklung erreichen können (vgl. Vygotski 1976, S. 86). Grundsätzlich gilt beim mathematischen Modellieren, dass die Lehrperson sich soweit es geht zurückhalten und nur dann helfen soll, wenn es unbedingt nötig ist, und auch dann nur so wenig wie möglich (vgl. Maaß 2007, S. 31). Dieses Verhalten soll dazu führen, dass die Schülerinnen und Schüler maximal selbstständig die Modellierungsaufgaben bearbeiten können, impliziert jedoch auch,

dass die Schülerinnen und Schüler ihren Bearbeitungsprozess selbstständig planen, steuern und kritisch beleuchten müssen. Diese Anforderungen finden sich als metakognitive Strategien, die als Teil der Modellierungskompetenz betrachtet werden, in der Konzeptualisierung von Modellierungskompetenz wieder. Bei metakognitiven Strategien handelt es sich um Lernstrategien, die „*jene Verhaltensweisen und Gedanken, die Lernende aktivieren, um ihre Motivation und den Prozess des Wissenserwerb zu beeinflussen und zu steuern*“ beschreiben (vgl. Friedrich & Mandl 2006, S. 1 in Anlehnung an Weinstein und Mayer 1986). Sjuts (2003) beschreibt den Begriff der Metakognition anschaulich als die Tätigkeit des *sich selbst über die Schulter Schauens* (vgl. Sjuts 2003, S. 19). In der einschlägigen Diskussion wird bei den metakognitiven Strategien häufig zwischen Planungs-, Überwachungs- und Regulations- sowie Evaluationsstrategien unterschieden (vgl. Sjuts 2003, Brown 1984, Hasselhorn & Gold 2006, Veenman & Elshout 1999).

In der fachdidaktischen Diskussion zur Förderung von metakognitiven Strategien herrscht Konsens darüber, dass der selbstständige Einsatz derselben erst erfolgen kann, wenn Schülerinnen und Schüler den Nutzen metakognitiver Strategien erkennen. Schülerinnen und Schüler sollten dazu Wissen aufbauen, wann und wie die Strategien eingesetzt werden können und welche Auswirkungen der Einsatz für sie hat. Es darf nicht davon ausgegangen werden, dass dieses Wissen bei Schülerinnen und Schülern a priori gegeben ist. Deswegen wird im Rahmen der Forschung zur Förderung metakognitiver Kompetenz häufig empfohlen, dass das Wissen über den Nutzen und den Einsatz metakognitiver Strategien im Unterricht thematisiert und somit durch die Lehrpersonen vermittelt werden muss (z. B. Bannert 2007, S. 109, Schneider & Hasselhorn 1988, S. 116 f., Schraw 1998, S. 118). Außerdem sind indirekte Maßnahmen für die Förderung metakognitiver Kompetenz, zum Beispiel durch die Gestaltung der Lernumgebung, von zentraler Bedeutung. In der Modellierungsdiskussion gilt der Modellierungskreislauf, der die Schritte des Modellierungsprozesses visualisiert, als metakognitives Hilfsmittel.

Mit der vorliegenden Arbeit möchte ich zur Klärung bezüglich der Beweggründe beim Einsatz metakognitiver Strategien und den Einstellungen zu den metakognitiven Strategien aus Schülersicht beim mathematischen Modellieren beitragen. Der Forschungsstand lässt vermuten, dass nicht nur die Anregung von außen für den Einsatz metakognitiver Strategien bedeutend sein kann, sondern ebenso, dass die Schülerinnen und Schüler selbst den Nutzen des Einsatzes erkennen. Aufgrund der Relevanz der metakognitiven Strategien beim mathematischen Modellieren soll in dieser Studie untersucht werden, welche Auslöser aus Sicht von Schülerinnen und Schülern den Einsatz metakognitiver Strategien initiieren konnten. Daraus ergibt sich die erste Forschungsfrage der vorliegenden Studie:

1. Welche Auslöser des Einsatzes metakognitiver Strategien lassen sich aus Schülersicht rekonstruieren?

Es ist ebenso bedeutsam zu erforschen, welche Auswirkungen Schülerinnen und Schüler im Einsatz metakognitiver Strategien wahrnehmen, und darauf aufbauend zu untersuchen, inwiefern sie den Nutzen des Strategieeinsatzes erkennen. Daraus ergibt sich die zweite Forschungsfrage dieser Studie:

2. Welche Auswirkungen des Einsatzes metakognitiver Strategien beschreiben Schülerinnen und Schüler?

Schließlich darf nicht unberücksichtigt bleiben, in welcher Weise die Schülerinnen und Schüler den Einsatz der metakognitiven Strategien beschreiben, da sich die Auslöser und Auswirkungen auf die eingesetzten metakognitiven Strategien beziehen. Daraus ergibt sich die letzte Forschungsfrage dieser Studie:

3. Welche metakognitiven Strategien lassen sich bei den verwendeten Modellierungsaufgaben aus Berichten von Schülerinnen und Schülern rekonstruieren?

Aus den Ergebnissen der Forschungsfragen wurden Schülertypen, bezogen auf die metakognitiven Strategien, rekonstruiert, die sowohl die rekonstruierten Auslöser, den Einsatz als auch die Auswirkungen aus Schülerperspektive berücksichtigen. Die Schülertypen beziehen sich somit auf die Einstellungen der Schülerinnen und Schüler bezüglich metakognitiver Strategien beim mathematischen Modellieren und auf die Auslöser, die einen Einsatz der metakognitiven Strategien initiieren konnten. Die Klassifikation der Schülertypen dient schließlich dazu, über geeignete Fördermaßnahmen zur Förderung des Einsatzes metakognitiver Strategien beim mathematischen Modellieren zu reflektieren. Die vorliegende Studie wurde im Rahmen des Projekts MeMo (Förderung metakognitiver Modellierungskompetenzen von Schülerinnen und Schülern) unter Leitung von Dr. Katrin Vorhölter durchgeführt, welches auf die Evaluierung einer Lernumgebung zur Förderung metakognitiver Modellierungskompetenz abzielt (vgl. Vorhölter 2018, 2019).

Im Anschluss an die Einleitung erfolgt im zweiten Kapitel die Darstellung des theoretischen Rahmens, wobei sowohl in die Theorie zur Metakognition als auch zum mathematischen Modellieren eingeführt wird. Anschließend wird der Stand der Forschung bezüglich der beiden Forschungsgebiete beleuchtet und ein theoretisches Konzept, bezogen auf die Auslöser und die Auswirkungen des Einsatzes metakognitiver Strategien, abgeleitet.

Das dritte Kapitel umfasst die methodologische Einordnung und das methodische Vorgehen der Studie. Neben der Darstellung der Datenerhebung und der Auswertungsmethode ist hierbei besonders die Vorstellung des Projektes MeMo bedeutsam. Hierbei wird der Projektablauf, die verwendeten Modellierungsaufgaben sowie die Interventionsgruppen des Projektes vorgestellt, in die die teilnehmenden Klassen aufgeteilt wurden. Zudem wird die Stichprobe dieser Studie charakterisiert.

Im Rahmen des vierten Kapitels werden die Ergebnisse dieser Studie vorgestellt. Das Kapitel beginnt mit den Ergebnissen der inhaltlich strukturierten qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz (2016), in dem die rekonstruierten Auslöser für metakognitive Strategien, ihr Einsatz in den verwendeten Modellierungsaufgaben und Auswirkungen vorgestellt werden. Anschließend werden die gebildeten metakognitiven Schülertypen anhand von Prototypen dargestellt. Das Kapitel wird mit übergreifenden Fallanalysen abgeschlossen, die die Entwicklung der Falleinordnungen thematisieren.

Diese Arbeit schließt mit einer Zusammenfassung und Diskussion der erzielten Ergebnisse, Forschungsdesiderata sowie Schlussfolgerungen in Bezug auf das Lehrerhandeln unter Berücksichtigung der rekonstruierten Schülertypen.



Der erste Teil meiner Arbeit soll einen Einblick in den theoretischen Hintergrund meiner Fragestellung geben. Dazu wird zunächst das Konzept der Metakognition beleuchtet, da der metakognitive Strategieeinsatz aus Sicht von Schülerinnen und Schülern erforscht wird. In dieser Studie wird der metakognitive Strategieeinsatz im Kontext des mathematischen Modellierens erforscht, welches eine bedeutende Kompetenz des Mathematikunterrichts darstellt (vgl. Kaiser 2017). Deswegen wird im zweiten Kapitel in das mathematische Modellieren eingeführt. Abschließend erfolgt die Darstellung des Forschungsstandes, wobei die empirischen Ergebnisse von metakognitiven Strategien beim mathematischen Modellieren beleuchtet werden. Ein besonderer Fokus liegt dabei auf den Auslösern und den Auswirkungen des Einsatzes metakognitiver Strategien.

2.1 Metakognition

2.1.1 Das Konzept der Metakognition

Seit den 1970er Jahren beschäftigen sich Arbeiten aus unterschiedlichen Forschungsgebieten vermehrt mit dem Konzept der Metakognition. Die entscheidenden Pionierarbeiten zu dem Konzept der Metakognition wurden von John H. Flavell und Ann Brown in den 1970er Jahren durchgeführt. Basierend auf diesen Arbeiten wurden verschiedene Definitionen und Konzeptionen des Begriffs entwickelt. Deswegen wird häufig von einem *fuzzy Konzept* gesprochen (vgl. Flavell 1981, S. 37). Dies liegt unter anderem daran, dass sich unterschiedliche Forschungsgebiete mit dem Konzept der Metakognition beschäftigen. In

der Klassifikation von Efklides (2008) werden drei Hauptstränge metakognitiver Forschung unterschieden: die Entwicklungspsychologie, die experimentelle und kognitive Psychologie sowie die Bildungspsychologie. Während sich die Entwicklungspsychologie auf die *Theory of mind* spezialisiert hat, beschäftigt sich die experimentelle und kognitive Psychologie vorrangig mit dem Metamemory Konzept und die Bildungspsychologie fokussiert das selbstregulierte Lernen (vgl. Efklides 2008, S. 277). Eine weit verbreitete und weithin akzeptierte Definition des Konzepts der Metakognition ist die Definition von Weinert (1994), die auch in dieser Arbeit verwendet werden soll:

„Dabei versteht man unter Metakognitionen im allgemeinen jene Kenntnisse, Fertigkeiten und Einstellungen, die vorhanden, notwendig oder hilfreich sind, um beim Lernen (implizite wie explizite) Strategieentscheidungen zu treffen und deren handlungsmäßige Realisierung zu initiieren, zu organisieren und zu kontrollieren“ (Weinert 1994, S. 193).

Die Definition von Weinert zeigt, dass der Begriff der Metakognition unterschiedliche Komponenten umfasst in Form von *Kenntnissen*, *Fertigkeiten* und *Einstellungen*. Im Folgenden soll auf diese genauer eingegangen werden, in dem in die unterschiedlichen Komponenten des Begriffs der Metakognition eingeführt wird. Hierfür werden unterschiedliche Konzeptionen des Begriffs der Metakognition beleuchtet, die sich in den letzten Jahrzehnten entwickelt haben. Zunächst werden die Kenntnisse in Form des metakognitiven Wissens erläutert. Anschließend folgen die Einstellungen, die sich auf die affektive Ebene der Metakognition beziehen. Abschließen soll das Kapitel mit den metakognitiven Strategien, da diese für die Studie von besonderer Bedeutung sind.

Metakognitives Wissen (metacognitive knowledge)

Die von Weinert beschriebene Komponente der **Kenntnisse** spiegeln sich in unterschiedlichen Konzeptionen in Form des metakognitiven Wissens (z. T. auch deklarativen Wissens genannt) wider. Allgemein wird unter dem metakognitiven Wissen das Wissen über die kognitiven Prozesse verstanden (vgl. Schraw & Mosman 1995, S. 352). Einen großen Einfluss auf das Konzept des metakognitiven Wissens hatten die bereits erwähnten Arbeiten von Flavell (1979, 1984, Flavell et al. 1993). Bereits in seinen ersten Arbeiten zum Metamemory beschrieb er das metakognitive Wissen und unterschied hierbei zwischen Personen-, Aufgaben- und Strategiewissen. Das Personen-, Aufgaben- und Strategiewissen wird in weiteren Konzeptionen der Metakognition aufgegriffen (vgl. Sjuts 2003, S. 18, Borkowski 1996, S. 399, Garfalo & Lester 1985, S. 164 f.) (Abbildung 2.1).

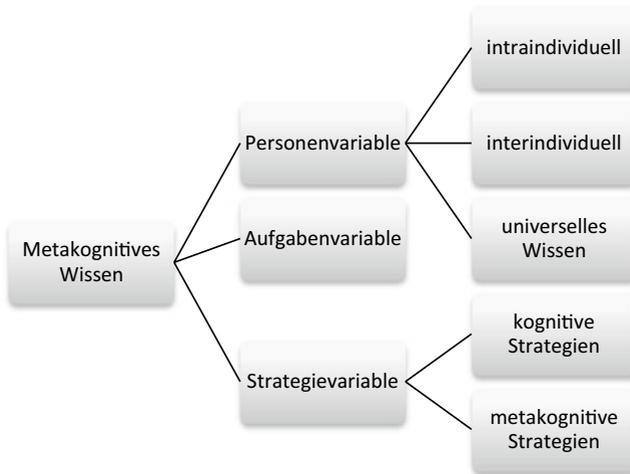


Abbildung 2.1 Die Einteilung des metakognitiven Wissens nach Flavell (1979, 1984, Flavell et al. 1993)

Das *Personenwissen* beschreibt das diagnostische Wissen über das eigene Denken und das anderer Personen (vgl. Sjuts 2003, S. 18, Flavell 1979, S. 907). Flavell (1979) unterscheidet hierbei zwischen dem intraindividuellen, interindividuellen und universellen Wissen über Kognition. Das intraindividuelle Wissen umfasst das Wissen über das eigene Individuum oder Andere, während sich das interindividuelle Wissen auf mehrere Individuen bezieht. Somit handelt es sich beim intraindividuellen Wissen um Wissen oder Annahmen in Bezug auf die eigenen Interessen, Neigungen, Fähigkeiten etc. oder die von Anderen. Im Gegensatz hierzu werden beim interindividuellen Wissen Vergleiche zwischen Personen hergestellt. Das universelle Wissen beinhaltet allgemeine Aspekte menschlichen Denkens oder der menschlichen Psychologie. Es handelt sich somit um Wissen über das Kurzzeitgedächtnis und Wissen über Fehler (vgl. Flavell 1987, S. 22). Neben dem Personenwissen stellt das *Aufgabenwissen* eine weitere Wissensfacette nach Flavell (1984) dar. Es handelt sich um Wissen über verschiedene Aufgabenanforderungen und die Auseinandersetzung damit (vgl. Flavell 1984, S. 24, Sjuts 2003, S. 18). Hierbei wird Wissen darüber aufgebaut, mit verschiedenen Anforderungen umzugehen, und wie die Art der Aufgabe den Umgang damit beeinflusst. Folglich können Annahmen über den Umgang mit gewissen Aufgabenanforderungen entwickelt werden (vgl. Flavell 1984, S. 24 f.). Das *Strategiewissen* bezieht sich auf das „Wissen

von kognitiven Strategien oder Prozeduren, um einen gegebenen Zustand zu verändern und um Ziele anzustreben“ (vgl. ebd., S. 25, Sjuts 2003, S. 18). Somit umfasst es Wissen über die Strategien, welche für das Erreichen bestimmter Ziele erforderlich sind (vgl. Flavell 1979, S. 907). Bei der Anwendung wird gelernt, wie sich verschiedene Strategien unterscheiden und welche Strategie wann, wie und wo am besten eingesetzt werden kann (vgl. Borkowski 1996, S. 397).

Zu beachten ist, dass das Personen-, Aufgaben- und Strategiewissen keinesfalls unabhängig voneinander verstanden werden sollen, sondern, dass sie miteinander interagieren (vgl. Flavell & Wellman 1977, S. 22, Flavell 1979, S. 907). Das Zusammenspiel zwischen Aufgaben- und auch Strategiewissen wird bei Kuhn und Pearsall (1998) als *metastrategic knowledge* bezeichnet (vgl. Kuhn & Pearsall 1998, S. 228).

Einige Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler fokussieren in ihrer Forschung den Strategieeinsatz und nehmen darauf aufbauend eine andere Unterteilung des metakognitiven Wissens vor, in der sie stärker das Strategiewissen beleuchten und das Aufgabenwissen nach Flavell unberücksichtigt lassen. Sie unterscheiden hierbei zwischen dem *declarative*, dem *procedural* und dem *conditional knowledge* (vgl. Schraw 1998, S. 114 Schraw & Moshman 1995, S. 352 f., Brown 1987).

Das *declarative knowledge* beschreibt hierbei Wissen über die Person selbst und welche Faktoren den Strategieeinsatz beeinflussen. Sie zählen hierbei auch das Wissen über die Funktionen des Gedächtnisses dazu, weshalb diese Klassifikation vergleichbar ist mit dem Personenwissen nach Flavell (1979). Das *procedural* und auch *conditional knowledge* bezieht sich konkret auf den Einsatz von Strategien, indem das prozedurale Wissen das Wissen über die Ausführung von Lernstrategien beschreibt, während das *conditional knowledge* Wissen umfasst, wann (d. h. in welcher Situation) eine bestimmte Strategie angewendet werden sollte und welchem Zweck diese Strategie dient (vgl. Schraw & Moshman 1995, S. 353). Der Einbezug des *conditional knowledge* in der Klassifikation des *metacognitive knowledge* wird ebenso in der aktuellen Diskussion unterstützt (vgl. Veenman 2011, S. 199). Das *procedural knowledge* unterscheidet sich von dem *declarative knowledge*, indem es sich nicht auf allgemeines Wissen zur Lernstrategie bezieht, sondern die konkrete Anwendung betrifft (vgl. Jakobs & Paris 1987). Veenman (2011) spricht sich jedoch gegen den Einbezug prozeduralen Wissens in das theoretische Konzept der Metakognition aus, da diese Wissenskomponente kognitivem Wissen zuzuordnen ist und eine Vermischung der Konzepte der Kognition und Metakognition vermieden werden sollte (Veenman 2011, S. 198, Veenman 2013, S. 301).

Borkowski und andere (1988) differenzieren in ihren frühen Arbeiten zum Metamemory das Strategiewissen. Sie benennen dieses als *specific strategy knowledge*, welches die folgenden Aspekte beinhaltet:

- *a strategy's goals and objectives,*
- *the tasks for which the strategy is appropriate,*
- *its range of applicability,*
- *the learning gains expected from consistent use of strategy,*
- *the amount of effort associated with its deployment,*
- *whether the strategy is enjoyable or burdensome to use*
(vgl. Borkowski et al. 1988, S. 80).

Sobald *specific strategies knowledge* zu verschiedenen Strategien aufgebaut worden ist, wird auch das sogenannte *relational* und *general strategy knowledge* erworben (vgl. Borkowski et al. 1988, S. 81). Bei dem *relational strategy knowledge* werden verschiedene Strategien miteinander verglichen, um ein Klassifikationschema mit den Stärken und Schwächen von Strategien zu entwickeln. Dieses unterstützt die Auswahl der Strategien für verschiedene Aufgaben (vgl. ebd., S. 81). Das *general strategy knowledge* umfasst sowohl das spezifische wie auch relationale Strategiewissen. Hierbei wissen die Lernenden, dass ein Strategieeinsatz meist anstrengend ist, jedoch häufig zu einer erfolgreicherer Handlung führt. Dieses kann bei Lernenden, die sich diese Fähigkeiten und Fertigkeiten zutrauen, zu Selbstwirksamkeitserwartungen führen, welche wiederum die Motivation erhöhen, herausfordernde Aufgaben zu bewältigen (vgl. ebd.).

Entgegen den eben aufgeführten Konzeptionen nimmt Hasselhorn (1992) eine andere Unterscheidung des metakognitiven Wissens vor. Er orientiert sich hierbei an der Unterscheidung von Cavanaugh (1989) und differenziert zwischen dem systemischen und dem epistemischen Wissen. Hierbei beschreibt das systemische Wissen das Wissen über Gesetzmäßigkeiten, Einflussfaktoren sowie Stärken und Schwächen der kognitiven Funktionen (vgl. Hasselhorn & Gold 2006, S. 96). Es handelt sich um Faktenwissen über das Gedächtnis und dessen Wirkung (vgl. Cavanaugh 1989, S. 418). Ein Beispiel für das systemische Wissen ist das Bewusstsein, dass das Kurzzeitgedächtnis nicht grenzenlos ist.

Im Gegensatz dazu bezieht sich das epistemische Wissen auf das Wissen über die eigenen Wissensbestände in Hinblick auf die Lernbereitschaft, die Grenzen des Wissens und ihre Verwendungsmöglichkeiten (vgl. Hasselhorn & Gold 2006). Es handelt sich somit um Beurteilungen darüber, ob wir etwas wissen, wie gut wir etwas wissen oder wie sicher wir sind, etwas zu wissen (vgl. Cavanaugh 1989, S. 419). Dementsprechend umfasst es die Fähigkeit, das Ausmaß und die Verlässlichkeit des allgemeinen Wissens einzuschätzen (vgl. ebd.). Während das systemische Wissen ein gespeichertes, konstantes Inhaltswissen des Gedächtnisses ist, beschreibt das

epistemische Wissen Beurteilungen über kognitive Aktivitäten und stellt somit ein dynamisches Wissen dar (vgl. ebd., S. 419).

Der affektive Bereich der Metakognition (Motivationale Metakognition, Metakognitive Empfindungen, Sensitivität)

Weinerts Definition zu dem Begriff der Metakognition umfasst auch die **Einstellungen**, „*die vorhanden, notwendig oder hilfreich sind, um beim Lernen (implizite wie explizite) Strategieentscheidungen zu treffen und deren handlungsmäßige Realisierung zu initiieren, zu organisieren und zu kontrollieren*“ (Weinert 1994, S. 193). Sjuts (2003) berücksichtigt die Einstellung zum metakognitiven Einsatz und nimmt diese in Form der motivationalen Facette in seiner Konzeption auf. Die *motivationale Metakognition* beschreibt, dass Motivation und Willenskraft für den Gebrauch von metakognitiven Strategien erforderlich sind, weshalb sie entweder bereits vorhanden sind oder entwickelt werden müssen (vgl. ebd., S. 19). Die Arbeiten von Borkowski und seiner Arbeitsgruppe berücksichtigen ebenso die Einstellungen in ihren Modellen in Form des *Personal-Motivational States*. Sie berücksichtigen hierbei persönliche Überzeugungen, bezogen auf die Effizienz des Strategieeinsatzes, die Anstrengungen und Fähigkeiten der Person sowie spezielle Formen der Motivation, wie zum Beispiel Leistungs- und intrinsische Motivation (Borkowski 1996, S. 397 ff.). Diese können metakognitive Kontrollprozesse aktivieren, die für zukünftige Strategieentscheidungen und Überwachungsentscheidungen erforderlich sind (vgl. ebd., S. 399).

Die Einstellung als Komponente der Metakognition findet jedoch nur in wenigen Konzeptionen Berücksichtigung. Dennoch werden zwei weitere Aspekte der affektiven Ebene in einigen Konzeptionen der Metakognition berücksichtigt, welche auf die Arbeiten von Flavell (1979, 1984, Flavell & Wellman 1977) zurückzuführen sind. Es handelt sich hierbei zum einen um die Sensitivität (*sensitivity*) und zum anderen die metakognitiven Erfahrungen beziehungsweise Empfindungen (*metacognitive experiences*). Flavell und Wellman (1977) unterscheiden in ihrer Konzeption die beiden Hauptkategorien *sensitivity* und *variables* voneinander. Unter der *sensitivity* verstehen sie die Sensitivität für den notwendigen Anstrengungsaufwand bei der Tätigkeit des Informationsabrufes sowie für die Vorbereitung auf künftige Tätigkeiten desgleichen. Unter *variables* wird das Wissen verstanden, welche Variablen beim Datenabruf interagieren sowie welche Aspekte sich auf die Qualität des Informationsabrufes auswirken (vgl. Flavell & Wellman 1977, S. 6–10). Hasselhorn greift den Aspekt der Sensitivität in seinem Modell auf (vgl. Hasselhorn 1992, S. 42). Unter der Sensitivität wird das Gespür für die derzeit verfügbaren Möglichkeiten eigener kognitiver Aktivitäten verstanden, die nicht immer bewusst ablaufen müssen (vgl. Hasselhorn & Gold 2006, S. 96). Nach Hasselhorn und Gold (2006) ist dieses

Gespür von zentraler Bedeutung für die effektive Nutzung von Überwachungsstrategien (vgl. ebd.). Beispielsweise für den Einsatz der Strategie „Ordnen nach Oberkategorien“ führt das Wissen über die Nützlichkeit der Strategie nicht automatisch zu einem Einsatz. Erst wenn eine Person sensitiv dafür ist, dass sie somit schneller die Liste lernen und besser rekonstruieren kann, wird diese Strategie auch angewendet (Hasselhorn 1992, S. 38). Hasselhorn unterscheidet hierbei zwischen Erfahrungswissen und auch Intuition, die zur Sensitivität des Strategieeinsatzes führen (Hasselhorn 1992, S. 42). Nach Hasselhorn (1992) ist es verwunderlich, dass dieser Aspekt nur selten in Konzeptionen zur Metakognition berücksichtigt wird, da die Sensitivität eine starke Bedeutung für die Entwicklung und Vermittlung von Lernstrategien hat (Hasselhorn 1992, S. 38).

Eine weitere Facette der Metakognition bilden für einige Forscherinnen und Forscher metakognitive Empfindungen (*metacognitive experiences*) (vgl. z. B. Efklides 2009, Flavell 1984, Hasselhorn 1992). Metakognitive Empfindungen beschreiben „*what a person is aware of and what she or he feels when coming across a task and processing the information related to it*“ (Efklides 2008, S. 279). Sie unterscheiden sich von anderen Empfindungen darin, dass sie immer mit kognitiven Bemühungen zu tun haben (vgl. Flavell 1984, S. 26 f.). Metakognitive Empfindungen entstehen als Produkt verschiedener Prozesse, wobei viele dieser unbewusst und nicht analytisch sind (vgl. Efklides 2009, S. 79). Efklides (2001, 2006) spricht bei metakognitiven Empfindungen von der Schnittstelle zwischen der Aufgabe und der Person. Sie differenziert metakognitive Empfindungen in *feelings*, *metacognitive judgements/estimates* und *online task-specific knowledge* und gibt für die einzelnen Bereiche Beispiele an, die in der folgenden Tabelle aufgeführt wurden (Efklides 2008, 2009) (Tabelle 2.1).

Tabelle 2.1 Beispiele metakognitiver Empfindungen nach Efklides (2008, S. 279 2009, S. 78)

feelings	feeling of knowing, feeling of familiarity, feeling of difficulty, feeling of confidence and feeling of satisfaction
metacognitive judgments/ estimates	judgment of learning, estimate of effort expenditure, estimate of time needed or expended, estimate of solution correctness; episodic memory judgments: Know/Remember/Guess, source memory (where, when, and how we acquired a piece of information), or estimates of frequency and recency of memory information
Online task-specific knowledge	Attended and used task information, ideas and thoughts dealing with a task and MK about the tasks and procedures that we used in the past, comparison with other tasks, similarities, differences, etc.

Kindern ist die Bedeutung metakognitiver Empfindungen meist noch nicht bekannt, weshalb sie Schwierigkeiten haben, mit den Empfindungen umzugehen. Nach Flavell (1979) lernen die Menschen im Laufe der Zeit mit diesen Empfindungen adäquat umzugehen (vgl. Flavell 1984, S. 26 f.). Metakognitive Empfindungen zählen für einige Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zu den Auslösern metakognitiver Strategien (Flavell 1979, S. 908, Efklides 2002, S. 181), welche im nächsten Kapitel genauer beleuchtet werden.

Metakognitive Strategien (Prozedurale Metakognition)

Zu guter Letzt definiert Weinert auch *Fertigkeiten*, die einen Teil der Metakognition darstellen. Diese Fertigkeiten finden sich in Form der metakognitiven Strategien (auch genannt: prozedurale Metakognition) in den meisten Konzeptionen der Metakognition wieder. Zum besseren Verständnis des Begriffs der metakognitiven Strategien wird dieser im Folgenden sowohl von dem Begriff der Lernstrategie als auch von dem Begriff der kognitiven Strategie abgegrenzt. Friedrich und Mandl (2006) bezeichnen als Lernstrategien „*jene Verhaltensweisen und Gedanken, die Lernende aktivieren, um ihre Motivation und den Prozess des Wissenserwerb zu beeinflussen und zu steuern*“ (vgl. Friedrich & Mandl 2006, S. 1 in Anlehnung an Weinstein und Mayer 1986). Bei den Lernstrategien unterscheiden Wild und Schiefele (1994) zwischen kognitiven, metakognitiven und ressourcenbezogenen Strategien (vgl. Wild & Schiefele 1994, S. 186). Die Einteilung der Lernstrategien zeigt, dass die metakognitiven Strategien von dem Begriff der Lernstrategie differenziert werden müssen, da diese eine Komponente der Lernstrategien darstellen, aber nicht alle Lernstrategien metakognitive Strategien sind. Zudem wird an der getrennten Auflistung der kognitiven und metakognitiven Strategien in der Definition der Lernstrategie deutlich, dass sich auch kognitive Strategien von metakognitiven Strategien unterscheiden. Flavell (1979) unterscheidet kognitive und metakognitive Strategien durch die zugrundeliegende Absicht, da kognitive Prozesse einen Fortschritt bewirken, während metakognitive Strategien vorrangig auf Kontrolle abzielen (Flavell 1979, S. 908 f.). Die kognitiven Strategien umfassen nach Hasselhorn und Gold (2006) mnemonische, strukturierende und generative Strategien. Während mnemonische Strategien helfen, neue Informationen im Arbeitsgedächtnis zu behalten und mit bereits Bekanntem zu verknüpfen, zielen strukturierende Strategien auf die Reduktion von Lerninhalten sowie die interne Verknüpfung und Strukturierung der Inhalte ab. Dahingegen beschreiben generative Strategien die Ausarbeitung relevanter Informationen und führen somit zu einem tieferen Verständnis. Schließlich umfassen die metakognitiven Strategien den flexiblen, kritischen und reflektierten Umgang mit den kognitiven Strategien (vgl. Hasselhorn & Gold

2006, S. 91 ff.). Es handelt sich hierbei um das Wissen und die Kontrolle über das eigene kognitive System (Hasselhorn 1992, S. 36).

In vielen Konzeptionen der Metakognition wird bei den metakognitiven Strategien zwischen Planungs-, Überwachungs- sowie Steuerungs- und Evaluationsstrategien unterschieden (vgl. z. B. Brown 1984, Hasselhorn & Gold 2006, Sjøts 2003). Es gibt jedoch auch einige Konzeptionen, die die Evaluationsstrategien nicht berücksichtigen (vgl. z. B. Hasselhorn 1992, S. 42). Am Anfang eines Lösungsprozesses steht die **Planung**, die die Festlegung des Ziels und die Bestimmung des Weges zur Zielerreichung umfasst. Hierbei soll das Ziel und die Aufgabenanforderungen möglichst antizipiert und in Hinblick darauf ein Handlungsplan erstellt werden (vgl. Hasselhorn & Gold 2006, S. 93 f.). Für die Planung der Zielerreichung kann es bedeutend sein, Strategien auszuwählen und eine Reihenfolge der Strategieanwendung festzulegen (vgl. Schreblowski & Hasselhorn 2006, S. 154). Hierfür sollten Ergebnisse der Strategieanwendungen vorhergesagt und unterschiedliche Möglichkeiten durchgespielt werden (Brown 1984, S. 63). Schließlich ist es bedeutend, die eigenen Ressourcen einzuschätzen und in der Planung zu berücksichtigen (vgl. Schreblowski & Hasselhorn 2006, S. 154). Es kann auch hilfreich sein, Teilziele mit sogenannten *checkpoints* festzulegen, bei denen der Fortschritt des Arbeitsprozesses überwacht wird (vgl. Efklides 2009, S. 80).

Die **Überwachungs- und Steuerungsstrategien** sollten im gesamten Lösungsprozess stattfinden. Im Rahmen der Überwachung müssen die Schülerinnen und Schüler den Bearbeitungsprozess kritisch begleiten und beleuchten und somit *Ist-Soll-Diskrepanzen* feststellen. Bestenfalls treffen die Schülerinnen und Schüler Vorhersagen zum potenziell erhaltenen Ergebnis, falls der Bearbeitungsprozess wie bisher fortschreitet. Hierdurch können Steuerungsstrategien angeregt werden, sodass die Schülerinnen und Schüler im idealen Fall auf dem richtigen Weg bleiben (vgl. Hasselhorn & Gold 2006, S. 94). Die Steuerung kann unter anderem in Form der Abänderung und Neuplanung von Lernstrategien erfolgen (vgl. Brown 1984, S. 63). Dementsprechend wird deutlich, dass die Überwachung und Steuerung eng zusammenhängen und sich gegenseitig beeinflussen (Schreblowski & Hasselhorn 2006, S. 155).

Die **Evaluation** des Lösungsprozesses findet nach der Bearbeitung statt und umfasst die Bewertung der Resultate des Lernprozesses und der angewendeten Regulationsstrategien (vgl. Schraw & Moshman 1995, S. 355). Hierbei wird die Strategieanwendung *nach Effizienz- und Effektivitätskriterien* beurteilt (Brown 1984, S. 63). Im günstigsten Fall wird die Effektivität der eingesetzten Lernstrategien, die Einhaltung und Angemessenheit der Zeitplanung und die Überprüfung der Zielerreichung reflektiert (vgl. Schreblowski & Hasselhorn 2006, S. 155). Schließlich sollen Schlussfolgerungen für die Bearbeitung zukünftiger Aufgaben gezogen werden

(vgl. Brown 1984, S. 63). Dieses führt bestenfalls zu Auswirkungen auf zukünftige Aufgaben, da es zu einer Verbesserung und Verfeinerung des Lernprozesses beitragen kann (vgl. Schraw & Moshman 1995).

Die metakognitiven Strategien werden nach Brown (1984) nicht immer konsequent eingesetzt und es ist zum Teil schwer sie zu verbalisieren. Brown (1984) spricht hierbei von einer Altersabhängigkeit sowie Aufgaben- und Situationsgebundenheit (vgl. ebd., S. 63 f.). Deswegen werden diese Strategien häufig ausgeführt, aber nicht bewusst wahrgenommen, weshalb es schwierig ist, die Strategien anderen mitzuteilen und zu vermitteln (vgl. ebd., S. 63). Im Gegensatz dazu beschreibt sie das metakognitive Wissen als *stabiles* Wissen, welches über einen längeren Zeitraum ein überdauernder Bestandteil der naiven Theorie ist. Außerdem ist dieses Wissen meist verbalisierbar. Aufgrund dessen beleuchtet Brown kritisch, dass der Begriff der Metakognition sowohl den Wissens- als auch Strategieaspekt umschreibt, und somit die fehlende begriffliche Differenzierung der unterschiedlichen Eigenschaften häufig zu Verwirrung führt. Deswegen schlug Brown vor, den Begriff Metakognition ausschließlich für das metakognitive Wissen zu verwenden und die exekutiven Prozesse spezifisch zu benennen, zum Beispiel als *Vorausplanen*, *Fehlerberichtigungen* etc. (vgl. Brown 1984, S. 100). Dieser Ansatz konnte sich bislang jedoch nicht durchsetzen. Hartmann (2001) unterscheidet die bewussten und unbewussten metakognitiven Strategien sprachlich voneinander. In seiner Differenzierung werden *metacognitive strategies* bewusst angewendet, während *metacognitive skills* unbewusst erfolgen, da der Gebrauch bereits verinnerlicht wurde und somit automatisiert abläuft (Hartman 2001).

In einigen Konzeptionen werden neben den aufgeführten Strategien noch Strategien der Orientierung unterschieden (Stillman & Galbraith 1998, Efklides 2009, Bannert & Mengelkamp 2008, Garfalo & Lester 1985). Diese zielen auf das Verständnis der Aufgabe ab, welches beinhaltet, eigene Repräsentationen für die Aufgabeninformationen zu entwickeln (vgl. Stillman & Galbraith 1998, S. 179). Somit werden hierbei die Fragen beantwortet, welches Ziel und welche Schritte zur Zielerreichung führen könnten oder welche Kompetenzen erworben werden sollen und wie dieses unter Berücksichtigung der eigenen Ressourcen erreicht werden kann (vgl. Bannert & Mengelkamp 2008, S. 41). Stillman und Galbraith (1998) nehmen hierbei folgende Unterscheidung *der orientation activities* vor, die mit der Unterscheidung von Garfalo und Lester (1985) vergleichbar ist:

- Comprehension strategies
- Analysis of data and conditions
- Assessment of familiarity
- Representations