

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

„Selbstreguliertes Lernen im Mathematikunterricht der
Sekundarstufe“

verfasst von / submitted by

Sophie Rusznak, BEd

angestrebter akademischer Grad / in partial fulfilment of the requirements for the degree of
Master of Education (MEd)

Wien, 2023 / Vienna 2023

Studienkennzahl lt. Studienblatt /
degree programme code as it appears on
the student record sheet:

UA 199 511 520 02

Studienrichtung lt. Studienblatt /
degree programme as it appears on
the student record sheet:

MA Lehramt Unterrichtsfach Geschichte
und Politische Bildung, Unterrichtsfach
Mathematik

Betreut von / Supervisor:

ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Stefan Götz

Abstract

Die vorliegende Masterarbeit widmet sich dem Thema „Selbstreguliertes Lernen in der Sekundarstufe“ und untersucht verschiedene Gesichtspunkte dieses pädagogischen Ansatzes. Die Forschungsfragen konzentrieren sich auf Methoden zur Förderung des selbstregulierten Lernens, die Einschätzung von Lehrpersonen zu den Möglichkeiten und Grenzen im Mathematikunterricht sowie die Analyse eingesetzter Unterrichtsformen.

Der theoretische Teil der Arbeit behandelt das Konzept des selbstregulierten Lernens unter Berücksichtigung von Selbst, Regulation und Lernen. Schlüsselbegriffe wie Metakognition und Fremdregulation werden erörtert, wobei dabei die Rolle des Lehrenden beschrieben wird. Modelle des selbstregulierten Lernens nach Schreiber (1998) und Boekaerts (1999) werden vorgestellt, woraus eine Auseinandersetzung mit Lernstrategien und der Einsatz von Problemlöse- und Modellierungsaufgaben resultiert.

Der zweite Teil beinhaltet die Auswertung eines Fragebogens, den 52 Lehrkräfte der Sekundarstufe I und II ausgefüllt haben. Die qualitative Analyse der Umfrageergebnisse ermöglicht Einblicke in die praktische Anwendung und Einschätzung des selbstregulierten Lernens aus Sicht der Lehrenden. Subkategorien, die anhand der qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz und Rädiker (2022) identifiziert wurden, beleuchten Voraussetzungen, Schwierigkeiten und die konkrete Umsetzung im Mathematikunterricht. Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass ein Großteil der befragten Lehrpersonen selbstregulative Prozesse im Unterricht einsetzt, jedoch Schwierigkeiten bei den Lernenden, den Rahmenbedingungen und der dafür benötigten Zeit verorten. Ein weiteres Ergebnis der Auswertung des Fragebogens ist, dass der Einsatz selbstregulativer Lernprozesse augenscheinlich von unterschiedlichen Faktoren wie Geschlecht, Dienstalter oder Schulform beeinflusst wird.

Abstract

The topic of this master's thesis is "Self-regulated Learning in Secondary school". In the following, various aspects of this educational approach will be examined. The research questions focus on methods for promoting self-regulated learning, teacher's assessments of the possibilities and limitations in mathematics education, and the analysis of instructional formats.

The theoretical part of this thesis addresses the concept of self-regulated learning, considering the aspects self, regulation and leaning. Key terms such as metacognition and external regulation will be discussed, while an emphasis lays on the role of the teachers. Models by Schreiber (1998) and Boekaerts (1999) are presented, resulting in an exploration of learning strategies and the use of problem-solving and modeling tasks.

The second part includes the evaluation of a questionnaire completed by 52 secondary education teachers. The qualitative analysis of survey results provides insights into the practical application and assessment of students' self-regulated learning from the teachers' perspective. Subcategories analyzed through qualitative content analysis according to Kuckartz and Rädiker (2022) illuminate prerequisites, difficulties, and the concrete implementation in mathematics education. In summary, it can be observed that most of the surveyed teachers incorporate self-regulatory processes in their teaching, but encounter difficulties related to students, conditions, and the time required. Another result of the analysis of the questionnaire is that the implementation of self-regulated learning processes seems to be influenced by various factors such as gender, years of service, or type of school.

Inhalt

1	Einleitung.....	1
2	Theoretische Hintergründe des selbstregulierten Lernens	4
2.1	Begriffserklärung.....	4
2.2	Selbstregulation als Konzept	5
2.3	Fremdregulation und Selbstregulation.....	6
2.4	Die Rolle des Lehrenden beim selbstregulierten Lernen.....	9
2.5	Modelle des selbstregulierten Lernens	10
2.6	Strategien des selbstregulierten Lernens	12
2.7	Forschungsstand	14
3	Selbstreguliertes Lernen im Mathematikunterricht	16
3.1	Bedeutung von Selbstregulation im Mathematikunterricht.....	16
3.2	Förderung der Selbstregulation im Mathematikunterricht	16
3.3	Problemlösen	18
3.4	Modellierungsaufgaben	23
3.5	Fazit Problemlösen und Modellierungsaufgaben	27
3.6	Einsatz im Unterricht.....	27
3.6.1	Projektunterricht.....	27
3.6.2	Kriteriengeleitetes Arbeiten	28
3.6.3	Multiple Lösungen	30
4	Methodik.....	32
4.1	Der Fragebogen	32
4.2	Erhebung und Stichprobe	34
5	Analyse der offenen Fragen	36
5.1	Inhaltlich strukturierende qualitative Inhaltsanalyse.....	36
5.2	Schwierigkeiten beim Einsatz von selbstreguliertem Lernen.....	37
5.2.1	Subkategorie Zeit	40
5.2.2	Subkategorie Lernende.....	40
5.2.3	Subkategorie Rahmenbedingungen.....	41
5.3	Voraussetzungen für das Gelingen selbstregulierter Lernprozesse	41
5.3.1	Subkategorie Rahmenbedingungen.....	43
5.3.2	Subkategorie Lernende.....	44
5.3.3	Subkategorie Zeit	44
5.3.4	Subkategorie Lehrende.....	45
5.4	Einsatz von selbstregulativen Lernprozessen in der Praxis.....	45

5.5	Analyse der Indexwerte	48
5.5.1	Einsatz von selbstregulierten Lernprozessen	48
5.5.2	Einsatz von Problemlöse- und Modellierungsaufgaben.....	50
6	Conclusio und Ausblick.....	52
7	Literaturverzeichnis	55
8	Anhang.....	60

1 Einleitung

Die Fähigkeit zur Selbstregulation spielt in unzähligen Bereichen des Lebens eine essenzielle Rolle. Sie ist die Grundvoraussetzung dafür, sich selbst Ziele setzen zu können und passende Wege zu finden, diese auch zu erreichen. Im Kontext der Schule wird in diesem Zusammenhang vom selbstregulierten Lernen gesprochen. Mit der wachsenden Bedeutung von lebenslangem Lernen (vgl. etwa Nationaler Bildungsbericht 2021, 2021, S. 434) und der fortschreitenden Digitalisierung gewinnt die Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler, ihr eigenes Lernen zu steuern und zu optimieren, an stetig zunehmender Bedeutung. Zudem zeigen zahlreiche Studien (Perels et al., 2009 oder Zimmerman et al., 2011), dass selbstregulative Fähigkeiten eine Schlüsselrolle in den unterschiedlichsten Lernsituationen spielen.

In diesem Kontext widmet sich die vorliegende Masterarbeit dem Thema „Selbstreguliertes Lernen in der Sekundarstufe“ und zielt darauf ab, verschiedene Aspekte dieses pädagogischen Ansatzes zu beleuchten. Dabei stehen folgende Forschungsfragen im Mittelpunkt:

- Welche Methoden können eingesetzt werden, um selbstreguliertes Lernen im Unterricht zu fördern?
- Wie schätzen Lehrpersonen der Sekundarstufe I und II die Möglichkeiten und Grenzen des selbstregulierten Lernens im Mathematikunterricht ein?
- Welche Unterrichtsformen im Bereich selbstreguliertes Lernen werden von Lehrkräften im Mathematikunterricht eingesetzt?

Durch diese Arbeit soll ein Einblick in die Praxis des selbstregulierten Lernens in Mathematik gewährt und Möglichkeiten aufgezeigt werden, wie Lehrende die Schülerinnen und Schüler in diesem wichtigen Prozess unterstützen können. Der erste Teil dieser Arbeit widmet sich einer umfassenden theoretischen Auseinandersetzung mit dem Konzept des selbstregulierten Lernens.

Dabei wird das selbstregulierte Lernen unter Berücksichtigung der drei Aspekte Selbst, Regulation und Lernen betrachtet (Götz, 2017, S. 146). In weiterer Folge werden Schlüsselbegriffe wie Metakognition, Selbstregulation und Fremdregulation erörtert, wobei die Rolle des Lehrenden beziehungsweise der Lehrenden als wichtiger Faktor bei der Förderung selbstregulierten Lernens expliziert wird. Zudem werden Modelle des selbstregulierten Lernens etwa nach Schreiber (1998) und das „Drei-Schichten-Modell“ nach Boekaerts (1999)

vorgestellt. In weiterer Folge soll der Einsatz von Lernstrategien thematisiert werden. Dabei stehen kognitive, metakognitive und Ressourcenmanagementstrategien im Vordergrund. Zudem soll die Bedeutung des selbstregulierten Lernens im Mathematikunterricht herausgearbeitet werden.

Ein weiterer Schwerpunkt dieser Arbeit liegt auf dem Einsatz von Problemlöse- und Modellierungsaufgaben. Lernende greifen bei diesen Aufgabentypen auf selbstregulative Prozesse (etwa das Planen und Überwachen von Lernprozessen, Prüfen von Zielen sowie metakognitive Prozesse) zurück (vergleiche etwa Sjuts, 2016; Herold-Blasius, 2021; Krüger, 2021). In diesem Zusammenhang werden auch Unterrichtsbespiele zum Problemlösen und zum Modellieren vorgestellt und darüber hinaus auch andere Möglichkeiten zum Einsatz selbstregulativer Prozesse (Projektunterricht, kriteriengeleitetes Arbeiten und Aufgaben mit multiplen Lösungen) vorgestellt.

Im zweiten Teil dieser Arbeit erfolgt die Auswertung und Analyse eines Fragebogens zum Thema selbstreguliertes Lernen im Mathematikunterricht, der von 52 Lehrerinnen und Lehrern der Sekundarstufe I und II ausgefüllt wurde. Die Auswertung der Umfrageergebnisse ermöglicht es, die praktische Anwendung und Einschätzung des selbstregulierten Lernens aus der Perspektive der Lehrenden besser zu verstehen. Durch geschlossene sowie offene Fragen wurden Mathematiklehrerinnen und -lehrer nach ihrer Meinung und ihren Einschätzungen zu selbstregulierten Lernprozessen befragt.

Im Vordergrund stand dabei, welche Voraussetzungen und welche Schwierigkeiten von den Lehrenden gesehen werden und wie die konkrete Umsetzung im Mathematikunterricht geschieht. Mithilfe der qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz und Rädiker (2022) konnten Subkategorien aus den offenen Antworten entwickelt und in weiterer Folge analysiert werden. Auf die Frage nach Schwierigkeiten beim Einsatz von selbstregulierten Lernprozessen konnten die Subkategorien Zeit, Lernende und Rahmenbedingungen identifiziert werden. Zur Kategorie „Voraussetzungen für das Gelingen selbstregulierter Lernprozesse“ konnten anhand des Materials die Subkategorien Rahmenbedingungen, Lernende, Zeit und Lehrende festgestellt werden. Zwar lassen sich aufgrund der eher geringen Teilnehmendenzahlen keine verallgemeinernden Aussagen treffen, jedoch lieferten ähnliche Studien zum selbstregulierten Lernen (etwa Dignath-van Ewijk und van der Werf, 2012) vergleichbare Ergebnisse.

In weiterer Folge wurden ausgewählte Items zu den Indexwerten „Einsatz von selbstregulierten Lernprozessen“ und „Einsatz von Problemlöse- und Modellierungsaufgaben“

zusammengefasst und anschließend anhand bestimmter Gesichtspunkte (etwa Schulart oder Dienstalter) analysiert.

Durch die Kombination von theoretischem Hintergrundwissen und praktischen Einblicken in die schulische Realität der Teilnehmenden kann diese Masterarbeit dazu beitragen, die Möglichkeiten und Grenzen des selbstregulierten Lernens aufzuzeigen sowie etwaige Methoden zum Einsatz thematisieren.

2 Theoretische Hintergründe des selbstregulierten Lernens

Sowohl in der Praxis als auch in der Theorie wird dem selbstregulierten bzw. selbstgesteuerten Lernen eine beständig wachsende Bedeutung zugeschrieben. In der Literatur werden die Begriffe selbstgesteuertes, selbstreguliertes oder selbstorganisiertes Lernen oftmals nicht klar voneinander abgegrenzt, da die Unterschiede zwischen den Termini in der Praxis als gering eingeschätzt werden (Levin & Arnold, 2006, S. 154). Jedoch soll in dieser Arbeit explizit auf das *selbstregulierte* Lernen eingegangen werden, bei dem die (Selbst-)Regulation klar im Vordergrund steht.

2.1 Begriffserklärung

Zum Begriff des selbstregulierten Lernens existieren verschiedene Definitionen. Dies liegt unter anderem an den spezifischen Perspektiven sowie an den Schwerpunkten einzelner Forschungsstränge (etwa Allgemeine Psychologie, Sozialpsychologie, Persönlichkeitspsychologie, Entwicklungspsychologie, Pädagogische Psychologie). Daher soll an dieser Stelle eine Definition vorgestellt werden, die relativ umfassend ausfällt und die unterschiedlichen Auffassungen berücksichtigt. Götz (2017, S. 146) definiert das selbstregulierte Lernen unter Berücksichtigung der drei Komponenten *Selbst*, *Regulation* und *Lernen* folgendermaßen:

Selbstreguliertes Lernen ist eine Form des Erwerbs von Wissen und Kompetenzen, bei der Lerner sich selbstständig und eigenmotiviert Ziele setzen sowie eigenständig Strategien auswählen, die zur Erreichung dieser Ziele führen und durch Bewertung von Erfolgen bezüglich der Reduzierung der Ist-Soll-Differenz Ziele und Aktivitäten im Hinblick auf eine Erreichung des Soll-Zustandes prozessbegleitend modifizieren und optimieren.

Bei selbstregulierten Lernprozessen wird also stetig zwischen dem momentanen Zustand und dem gewünschten Zielzustand verglichen, der durch angepasste Strategien erreicht werden soll. Zudem wird in dieser vorgestellten Definition die Motivation der Lernenden explizit miteinbezogen.

Der Aspekt der Eigenmotivation ist insofern bedeutend, als dass sich die Lernenden selbst motivieren und ihre Ziele selbstständig bestimmen. Dadurch beeinflussen die Schülerinnen und Schüler die Diskrepanz vom Ist- zum zur erreichenden Soll-Zustand. Dabei kann nicht ausgeschlossen werden, dass diese Ziele so gesetzt werden, dass sie nur schwer oder auch gar

nicht erreicht werden können. Desweiteren berücksichtigt Götz hierbei, dass der Prozess des selbstregulierten Lernens evaluiert und reflektiert wird und insbesondere auch die zu erreichenden Ziele modifiziert werden können (Stoppel, 2018, S. 60 f.).

Lernende entwickeln mit der Zeit individuelle Zugänge zum eigenen Lernen. Dabei beeinflussen sie, inwiefern sie ihr Lernen gestalten, strukturieren, steuern und anschließend bewerten. Diese Abläufe werden unter dem Begriff *Metakognition* zusammengefasst, der beim selbstregulierten Lernen eine bedeutende Rolle einnimmt (Gardenia, Blumentritt, Olderog, & Schwesig, 2017, S. 9 ff.). Eng verbunden mit dem selbstregulierten Lernen ist die sogenannte prozedurale Metakognition. Nach Sjuts (2003, S. 19) „verbindet [sie] die vor, während und nach einer Aufgabenbearbeitung liegenden Tätigkeiten des Planens, Überwachens und Prüfens, bei denen eine Person sich gewissermaßen selbst über die Schulter blickt“. Sie steht dabei im Zusammenhang mit Textverstehen und Problemlösen sowie den damit verbundenen Strategien.

Es zeigt sich also, dass selbstreguliertes Lernen kein simples Konstrukt ist, sondern aus einer Vielzahl an Variablen besteht, die zum erfolgreichen Lernen beitragen. Boekaerts (1999, S. 447) teilt diese Variablen in drei Klassen ein: kognitive Variablen (Lernstrategien), motivationale Variablen und metakognitive Variablen.

2.2 Selbstregulation als Konzept

Die Fähigkeit zur Selbstregulation nimmt beim selbstregulierten Lernen naturgemäß eine bedeutende Rolle ein. Aus diesem Grund soll an dieser Stelle explizit zwischen selbstreguliertem Lernen und Selbstregulation differenziert werden. Selbstreguliertes Lernen ist lediglich als Teilbereich der Selbstregulation zu verstehen. Unter Selbstregulation fallen sowohl fachbezogene als auch überfachliche Kompetenzen, die im schulischen beziehungsweise universitären Kontext, aber auch in anderen Bereichen des täglichen Lebens gefordert werden können. Mit Selbstregulation ist nicht das Lernen selbst gemeint, sondern auch die Fähigkeit, Lernprozesse bewältigen zu können. Es wird damit also keine Handlung beschrieben, sondern eine Kompetenz für einen Prozess, der auch nicht zwingend im Zusammenhang mit Lernen stehen muss, sondern in unterschiedlichen Lebensbereichen stattfinden kann (Stoppel, 2018, S. 45 f.).

Allgemein versteht man unter Selbstregulation

an active, constructive process whereby learners set goals for their learning and then attempt to monitor, regulate, and control their cognition, motivation, and behavior,

guided and constrained by their goals and the contextual features in the environment.
(Pintrich, 2000, p. 453)

Wie bereits bei der von Götz (2017, S. 146) gegebenen Definition festgestellt, kontrolliert der Lernende im Zuge der Selbstregulation sein Verhalten und seine Motivation und passt seine Ziele selbstständig an. Dieser Prozess lässt sich anhand unterschiedlicher Modelle, die in Abschnitt 2.4 näher vorgestellt werden, verdeutlichen. Sie folgen jedoch alle einem Grundmuster, das bereits Mitte des 20. Jahrhunderts beschrieben wurde: Während des Lernprozesses wird der Ist-Zustand stetig mit dem angestrebten Soll-Wert verglichen. Sollten diese beiden Zustände übereinstimmen, wird keine Handlung gesetzt, im Fall einer Diskrepanz folgt eine regulative Handlung. Dieser sogenannte Regulationszyklus lässt sich nicht nur auf selbstregulierte Lernprozesse, sondern das menschliche Verhalten im Allgemeinen übertragen (Perels, et al., 2021, S. 47). Grundsätzlich besteht ein Selbstregulationsprozess also aus einem beständigen Abgleich von Ist- zu Soll-Zustand unter ständiger Berücksichtigung des Handlungsrepertoires des Individuums. Dabei geschieht eine eigenständige Wahl der Ziele sowie eine Pfadfindung, die zur Erreichung der Zielsetzung beitragen soll. Es existieren unterschiedliche Wege, die zum nächsten Abschnitt des Pfads respektive schlussendlich zum Ziel führen. Selbstreguliertes Lernen umfasst nun zumeist mehrere Selbstregulationen, wobei die Lernenden oftmals unterschiedliche Phasen durchlaufen (Stoppel, 2018, S. 47).

Desweiteren ist für Selbstregulation das Konzept des inner speech von Bedeutung. Kinder lernen demnach durch zu sich selbst Sprechen ihr Verhalten zu steuern und können somit schwierige Aufgaben bewältigen. Diese ‚Selbtsprache‘ entwickelt sich zu ‚inner speech‘, Kinder sprechen ihre Gedanken, die ihre Handlungen regulieren, nicht mehr laut aus. Dabei handelt es sich im Grunde um nichts anderes als eine Form der Selbstregulation, die bereits in frühen Lebensjahren von Bedeutung ist (Vygotsky, 1978, S. 30).

2.3 Fremdregulation und Selbstregulation

In der Regel wird im traditionellen Schulunterricht von Lernenden erwartet, dass Lern-Lehr-Prozesse von Lehrpersonen gestaltet werden. Lehrerinnen und Lehrer stellen Lernmaterial zur Verfügung, sollen für Motivation in der Klasse sorgen und übernehmen die Verantwortung für die Lernprozesse. Es herrscht eine allgemeine Akzeptanz, wenn nicht sogar eine Erwartungshaltung darüber, dass die Kontrolle des Lernens gänzlich bei der Lehrperson liegt. Schülerinnen und Schüler sind es also oftmals gewöhnt, dass die Lernprozesse in der Schule für sie fremdreguliert werden. Daraus kann resultieren, dass sie kein Bedürfnis und Motivation haben, das Vorgegebene zu erlernen. Weiters kommt es durch diese festverankerten

Rollenzuschreibungen auch zu einer negativen Einstellung gegenüber selbstregulierten Lernprozessen. Es lässt sich also feststellen, dass im Kontext Schule durch die festetablierten Formen und der Fremdregulation die Entwicklung von selbstregulativen Kompetenzen nicht selbstverständlich sind. Auch wenn Lehrpersonen gelegentlich Situationen schaffen, in denen die Schülerinnen und Schüler selbstreguliert arbeiten können, bedeutet das nicht, dass diese Möglichkeiten von den Lernenden auch genutzt werden. Daher muss die Lehrkraft motivierende Lerngelegenheiten schaffen, bei denen die Lernenden aktiv die Möglichkeit haben, beim Lernen eigene Ziele zu wählen und diese zu verfolgen. Sie müssen die Chance erhalten, für sie selbst relevante Bezüge zu den Lerninhalten aufzubauen (Merziger, 2007, S. 34 ff.).

Es ist jedoch wenig sinnvoll, sich vollständig von Fremdregulation im Unterricht zugunsten der Selbstregulation abzuwenden, da sich ein zielgerichtetes Zusammenspiel zwischen Fremd- und Selbstregulation am wirksamsten auf den Unterricht auswirkt. Zu beachten sind hierbei auch immer das Lernsetting, das Fach sowie die Voraussetzungen der Lernenden. Selbstregulierte Prozesse im Unterricht benötigen zumindest zu Beginn Anleitung sowie Unterstützung von außen. Oftmals übernimmt die Lehrperson diese Rolle, jedoch kann Fremdregulation auch durch einen anderen Lernenden geschehen (Giger, 2014, S. 15). Dabei ist anzumerken, dass der eigene Einfluss auf das Ausmaß der Fremdregulation auch als Form der Selbstregulation gesehen werden kann, beispielsweise das Bitten um Unterstützung (Götz, 2017, S. 148).

Es gilt also zu beachten, dass das selbstregulierte Lernen im Kontext Schule stets im Zusammenhang mit etablierten Formen der Fremdbestimmung zu sehen ist, die es unbedingt zu beachten gilt. Einerseits können sie durch festgefahrene Rollenzuteilungen die Entwicklung von Kompetenzen des selbstregulierten Lernens hemmen, andererseits müssen Lernende Fremdregulation auch als Angebot für den eigenen Lernprozess nutzen. Dafür bedarf es aber auch bestimmter Kompetenzen von beiden Seiten, die es zu erarbeiten gilt.

Die Hinführung von Selbstregulation und der Einsatz selbstgewählter Strategien soll also graduell geschehen. Merziger (2007, S. 218 ff.) hat die typische Entwicklung von Fremdregulation hin zu Selbstregulation durch den Einsatz von Lerntagebüchern im Mathematikunterricht untersucht und konnte dabei verschiedene Typen zusammenfassen. Daraus resultiert eine sogenannte ‚Stufenfolge selbstregulierten Lernens in Mathematik‘, die in Abbildung 1 ersichtlich ist.

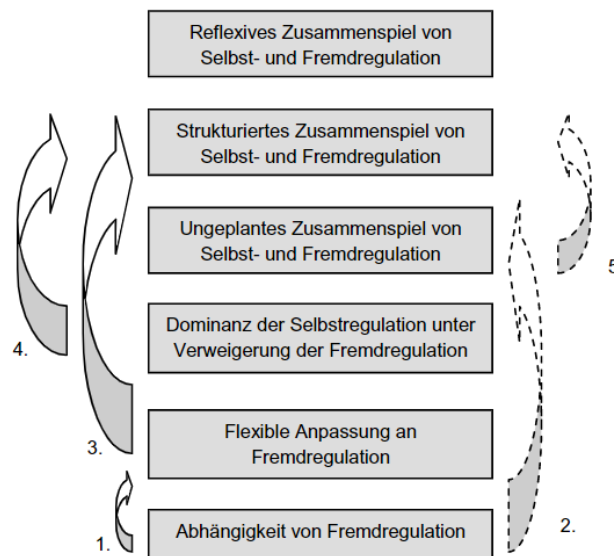


Abbildung 1: Stufenfolge selbstregulierten Lernens in Mathematik
(Mertziger, 2007, S. 227)

Sie stellt die typische Entwicklung von selbstreguliertem Lernen dar, wobei unten die niedrigste und oben die höchste Stufe zu finden ist. Merziger beschreibt folgende sechs Typen:

- Abhängigkeit von Fremdregulation
- Flexible Anpassung an Fremdregulation
- Dominanz der Selbstregulation unter Verweigerung der Fremdregulation
- Ungeplante Zusammenspiel von Selbst- und Fremdregulation
- Strukturiertes Zusammenspiel von Selbst- und Fremdregulation
- Reflexives Zusammenspiel von Selbst- und Fremdregulation

Zudem konnte sie fünf Entwicklungsläufe zwischen den Typen feststellen, die als Pfeile dargestellt werden. Bei den durchgehenden Pfeilen handelt es sich um Entwicklungsläufe, die sie anhand des untersuchten empirischen Materials nachweisen konnte, während die gestrichelten Pfeile ergänzende theoretische Ansätze sind. Diese Typisierung zeigt, dass einerseits zumeist eine Zuschreibung entweder in Richtung Fremd- oder in Richtung

Selbstregulation geschieht. Andererseits wird dadurch das komplexe Zusammenspiel zwischen Fremd- und Selbstregulation deutlich, wobei drei verschiedene Qualitätsstufen auftreten: Auf unterster Ebene geschieht ein ungeplantes, auf mittlerer Ebene ein strukturiertes und auf der höchsten Stufe ein reflexives Zusammenspiel.

2.4 Die Rolle des Lehrenden beim selbstregulierten Lernen

Wie bereits im vorangehenden Abschnitt thematisiert wurde, nimmt der Lehrende eine besondere Rolle im Prozess des selbstregulierten Lernens ein. Studien (etwa Boekaerts (1997) oder Schunk (2001)) legen nahe, dass Schülerinnen und Schüler nicht von sich selbst aus selbstreguliertes Lernen beherrschen. Vielmehr müssen Lehrerinnen und Lehrer dieses anleiten. Selbstreguliertes Lernen wird stark von den Abläufen im Klassenraum beeinflusst. Lehrende gelten dabei als wesentliche Quelle, von der Schülerinnen und Schülern lernen, wie sie Lernumgebungen gestalten können, die das selbstregulierte Lernen fördern (Dembo & Eaton, 2000, S. 482 ff.). Studien zeigen jedoch, dass wenige Lehrpersonen die Lernenden effektiv und explizit darauf vorbereiten, eigenständig zu lernen. Das liegt unter anderem daran, dass das Einsetzen von selbstregulierten Lernprozessen meist das Abändern von bereits bekannten Unterrichtstechniken erfordert, was zu Schwierigkeiten führen kann (Vandeveld, Vandenbussche, & Van Keer, 2012, S. 1563 f.).

Aus diesem Grund fordern Forschende in zahlreichen Ländern klare Richtlinien für das selbstregulierte Lernen in der Bildung, ganzheitliche schulische Ansätze zur Integration in Lehrpläne sowie die Schulung von Lehrerinnen und Lehrern (Geduld, 2017, S. 143 f.). In Österreich ist hierfür das Programm TALK (Trainingsprogramm zum Aufbau von LehrerInnen-Kompetenzen zur Förderung von Lebenslangem Lernen) ins Leben gerufen worden. Es soll die Lehrkräfte der Sekundarstufe dahingehend ausbilden, die Kompetenzen zum lebenslangen Lernen fördern zu können. Dabei wurden insbesondere die Kompetenzen für selbstreguliertes Lernen berücksichtigt (Finsterwald, Wagner, Schober, Lüftenegger, & Spiel, 2013, S. 145).

2.5 Modelle des selbstregulierten Lernens

Zum selbstregulierten Lernen existieren unterschiedliche theoretische Erklärungsmodelle. In weiterer Folge werden ausgewählte Modelle vorgestellt und verglichen. Die Lernprozesse können beispielsweise am Selbstregulationsmodell nach Schreiber (1998) verdeutlicht werden.

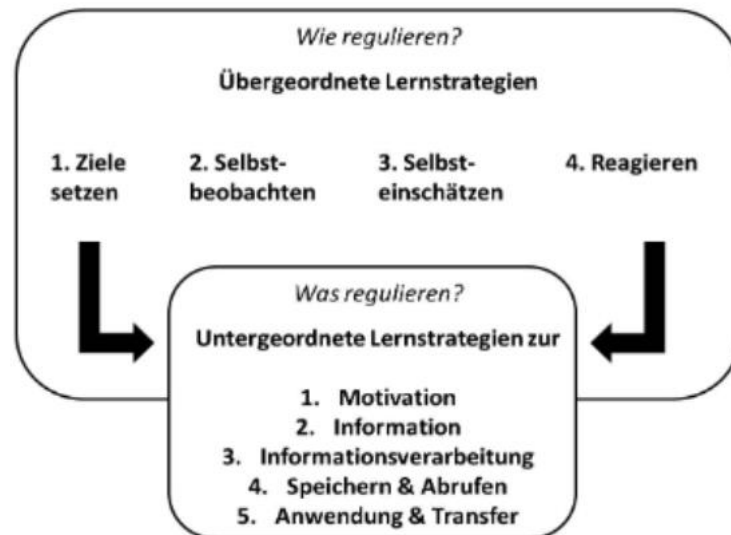


Abbildung 2: Selbstregulationsmodell (Stebner et. al., 2015) adaptiert nach Schreiber, 1998, S. 58)

Das in Abbildung 2 dargestellte Modell verbindet über- mit untergeordneten Strategien. Bei den übergeordneten Strategien handelt es sich um metakognitive Planungs- und Kontrollstrategien, die der sozial-kognitiven Lerntheorie nach Bandura (1986) zuzuordnen sind. Sie beantworten die Frage „Wie wird reguliert?“ und verdeutlichen daher die Prozesskomponente des selbstregulierten Lernens. Man spricht von übergeordneten Strategien, wenn Lernende

- sich eigenständig Ziele setzen
- sich selbst beobachten
- ihr eigenes Lernverhalten bewerten
- und bei zu großer Diskrepanz zwischen Ist- und Sollzustand reagieren.

Unter untergeordneten Strategien versteht man hingegen kognitive Lernstrategien, die die Frage „Was regulieren?“ beantworten. Es werden dabei Handlungsweisen zur Motivation, Information und Informationsverarbeitung, zum Speichern und Abrufen von Lerninhalten sowie zu Anwendung und Transfer zusammengefasst (Stebner et al., 2015).

Ein weiterer Ansatz zur Darstellung der Vorgänge des selbstregulierten Lernens ist das Drei-Schichten-Modell von Boekaerts (1999). Der selbstregulative Prozess ist dabei in drei Schichten respektive Regulationen gegliedert, wie auch aus Abbildung 3 hervorgeht:

- Regulation des Selbst: Ziele und Erwartungen setzen (äußere Schicht)
- Regulation des Lernprozesses: metakognitive Wissen und Fähigkeiten einsetzen, um das eigene Lernen zu steuern (mittlere Schicht)
- Regulation des Verarbeitungsmodus: Wahl der kognitiven Strategien (innere Schicht)

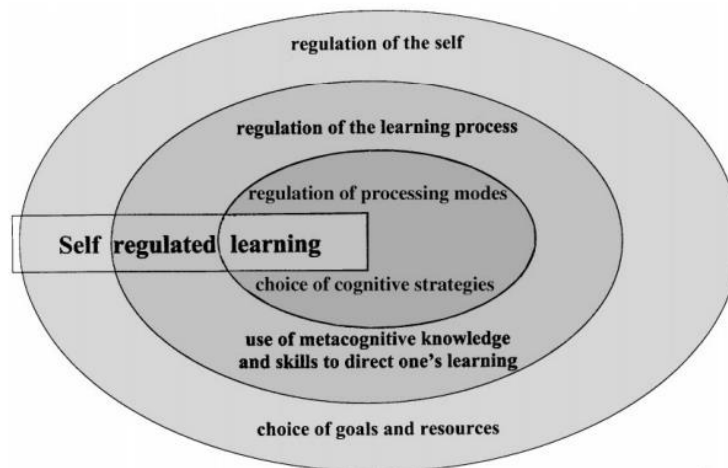


Abbildung 3: Drei-Schichten Modell des selbstregulierten Lernens (Boekaerts, 1999, S. 449)

Boekaerts betont dabei, dass das eigentliche Lernen in der innersten Schicht passiert. In Bezug auf selbstreguliertes Lernen ist dabei entscheidend, ob Lernende eine Wahl zwischen verschiedenen Verarbeitungsmodi wahrnehmen. Ein zweiter relevanter Aspekt der Selbstregulation ist die Fähigkeit der Schülerinnen und Schüler, ihr eigenes Lernen zu steuern, wie es in der mittleren Schicht des Modells dargestellt wird. Erfolgreiches Lernen ist davon abhängig, inwieweit verschiedene metakognitive Kenntnisse zur Organisation des eigenen Lernens eingesetzt werden können, um fachspezifisches Wissen und Fähigkeiten erwerben zu können. Dabei wurde festgestellt, dass erfolgreiche Lernende in der Lage sind, diese erlangten Strategien schnell auf neue Situationen zu übertragen, sowie sie zu modifizieren und zu erweitern. Bedeutend für das selbstregulierte Lernen ist auch die dritte Schicht des Modells, nämlich die eigenständige Wahl der Ziele und Ressourcen („Regulation des Selbst“). Dies meint die Fähigkeit, laufende und bevorstehende Aktivitäten im Hinblick auf die eigenen Wünsche, Bedürfnisse und Erwartungen zu definieren sowie die Fähigkeit, die eigenen Ziele vor konfligierenden Alternativen zu schützen (Boekaerts, 1999).

Bei beiden Modellen wird zwischen kognitiven (untergeordnete Strategien/innerste Schicht) und metakognitiven Strategien (übergeordnete Strategien/mittlere Schicht) des Lernenden unterschieden. Im Schichtenmodell werden diese Lernstrategien noch durch die Regulation des Selbst ergänzt. Einige Kernpunkte dieser dritten Schicht finden sich auch im ersten Modell, nämlich bei den übergeordneten Strategien: Darunter fallen auch das Setzen der Ziele sowie das Anpassen des Lernverhaltens, um die Ziele zu erreichen. Daraus lässt sich schließen, dass beide Modelle des selbstregulierten Lernens Ähnliches abbilden, wobei das Schichtenmodell im Vergleich metakognitive Strategien des Lernens und Strategien zur Selbstregulation differenziert. Diese Unterscheidung spielt auch bei den Strategien des selbstregulierten Lernens eine wichtige Rolle. So unterscheidet beispielsweise Pintrich (1999) zwischen drei Arten von Lernstrategien: kognitive, metakognitive und Ressourcenmanagementstrategien. Beide vorgestellten Modelle fokussieren sich auf die verschiedenen Ebenen des selbstregulierten Lernprozesses. Dem soll ein Erklärungsansatz gegenübergestellt werden, der sich auf den zeitlichen Verlauf der Regulation fokussiert, nämlich das Prozessmodell.

Das Prozessmodell unterteilt das Lernen in drei Phasen: In der *präaktionalen Phase* werden Ziele gesetzt, die durch entsprechende Strategien in der *aktionalen Phase* erreicht werden sollen. Diese Strategien werden in der *postaktionalen Phase* bewertet und eventuellen Modifikationen unterzogen. Das Modell berücksichtigt dabei, dass nicht bei jeder Aufgabe (etwa bei sehr simplen Aufgabestellungen) Selbstregulation nötig ist und die Vollständigkeit der Bearbeitung variieren kann. In der präaktionalen Phase führen bestimmte Filter zu diesen Unterschieden. Dabei werden vom Lernenden implizite und explizite Entscheidungen abgebildet, die im Hinblick auf die Aufgabe getroffen werden. Zu berücksichtigen sind hierbei etwa die Merkmale der Aufgabe (Interesse, Aufwand), die Situation selbst sowie personelle Faktoren (Zeit, Befunden, Anstrengungsbereitschaft) (Perels et al., 2021). Pintrich (2000) erweitert dieses Modell um eine vierte Phase, nämlich die sogenannte Überwachungs- oder Monitoringphase. Sein Modell besteht demnach aus folgenden vier Phasen: Planungs- und Aktivationsphase, Überwachungs- oder Monitoringphase, Kontrollphase sowie Reaktions- und Reflexionsphase. Der Unterschied zum zuvor vorgestellten Modell liegt darin, dass der Selbstüberwachung bzw. -beobachtung eine eigene Phase gewidmet wird.

2.6 Strategien des selbstregulierten Lernens

Lernende sollen beim selbstregulierten Lernen die Möglichkeit haben, ihre Lernprozesse konstruktiv und aktiv zu gestalten. Dazu zählt etwa das Setzen selbstgewählter Ziele sowie von Strategien, wobei hier auch das Interesse der Schülerinnen und Schüler von Bedeutung ist. Die

Erarbeitung der Lerninhalte sowie die Wahl der Strategie soll für jede/n eine individuelle Bedeutung haben, was sich wiederum positiv auf die Motivation der Lernenden auswirkt (Giger, 2014, S. 26). Motivation ist dabei eine wertvolle Ressource für erfolgreiche Lernprozesse, dafür muss die Bedeutung des eigenen Handels im Lernarrangement erfahrbar gemacht werden. Die Lernsituation muss so gestaltet werden, dass sie Eigenverantwortung und eine selbstständige Wahl der Strategien ermöglicht (Gardenia, Blumentritt, Olderog, & Schwesig, 2017, S. 10 f.). In weiterer Folge werden drei unterschiedliche Kategorien von Strategien nach Pintrich (1999) vorgestellt, die eine zentrale Rolle in selbstregulierten Lernprozessen einnehmen.

Wie auch in Abschnitt 2.4 beschrieben wird, gehen die meisten Modelle des selbstregulierten Lernens davon aus, dass die Verwendung verschiedener kognitiver und metakognitiver Strategien durch die Lernenden einen wichtigen Aspekt des selbstregulierten Lernens darstellt. Pintrich (1999) unterteilt die Strategien des selbstregulierten Lernens wie bereits erwähnt in drei Kategorien, die das Drei-Schichten Modell nach Boekaerts ergänzen: (1) kognitive Lernstrategien, (2) metakognitive Lernstrategien und (3) Ressourcenmanagementstrategien.

(1) Unter *kognitive Strategien* fallen Wiederholung, Elaboration sowie Organisationsstrategien. Die Strategien können sowohl bei einfachen Aufgaben (etwa Wiederholung von Informationen, Wörtern oder Listen) als auch komplexeren Verständnisaufgaben angewendet werden. Wiederholungsstrategien umfassen etwa das Umschreiben von Informationen, Lautvorlesen sowie das Markieren oder Unterstreichen von Textteilen. Techniken zur Elaboration sind beispielsweise Paraphrasieren, Zusammenfassen, das Erstellen von Analogien und das generative Notieren (bei dem der Schüler/die Schülerin die Ideen in seinen/ihren Notizen tatsächlich neu ordnet und verbindet, im Gegensatz zum passiven, linearen Notieren). Unter Organisationsstrategien fallen Techniken, durch die das Lernmaterial gegliedert wird, respektive wichtige Aspekte ausgewählt und nach ihnen gegliedert wird (etwa das Erstellen einer Mindmap). Diese organisatorischen Strategien haben sich als geeignet erwiesen, um das Material tiefgreifender zu verstehen.

(2) Neben kognitiven Strategien kann auch das metakognitive Wissen und die Anwendung *metakognitiver Strategien* einen wichtigen Einfluss auf den Erfolg der Lernenden haben. Dabei unterscheidet man zwei allgemeine Aspekte der Metakognition: das Wissen über Kognition und die Selbstregulation der Kognition. Metakognitives Wissen

bezieht sich auf das Wissen der Lernenden, ihre kognitiven Aktivitäten zu kontrollieren und zu regulieren. Selbstregulation bezieht sich in weiterer Folge auf das Anwenden dieses Wissens sowie auf konkrete Handlungen. Die meisten theoretischen Modelle zu selbstregulierenden Strategien beinhalten drei Kategorien: Planen, Überwachung und Regulation. Planungsstrategien helfen den Lernenden dabei, ihre kognitiven Strategien im Vorhinein auszuwählen, aktivieren vorhandenes Wissen und vereinfachen die Organisation und das Verständnis des zu lernenden Materials. Überwachen des Lernens ist ein wichtiger Bestandteil des selbstregulierten Lernens. Dabei spielt vor allem das Setzen eines Ziels eine zentrale Rolle. Regulationsstrategien sind mit Überwachungsstrategien eng verbunden: Wenn Lernende ihre Leistung überwachen, indem sie sie mit einem gesetzten Ziel abgleichen, werden gegebenenfalls passende Regulationsstrategien eingesetzt, um dieses Ziel zu erreichen.

- (3) *Ressourcenmanagementstrategien* umfassen Techniken, die die Lernenden anwenden, um ihre Lernumgebung zu kontrollieren. Dazu zählt etwa Zeitmanagement, die Wahl von Personen (Lehrpersonen respektive andere Lernende) sowie Hilfsstrategien.

An dieser Stelle sei jedoch angemerkt, dass vor allem unerfahrene Lernende nicht komplett frei in der Wahl ihrer Strategien sein sollten. Es ist wichtig, dass die Lernprozesse adäquat begleitet werden. Je nach Kontext und Fähigkeiten der Lernenden kann eine graduelle Steigerung der selbstständigen Lernprozesse geschehen (vgl. Abbildung 1), wodurch auch zusätzlich das Verantwortungsbewusstsein für den eigenen Lernprozess und Lernerfolg erhöht wird (Gardenia, Blumentritt, Olderog, & Schwesig, 2017, S. 11).

2.7 Forschungsstand

In der Forschung konnte gezeigt werden, dass durch selbstreguliertes Lernen, bei dem Lernende ihre Ziele eigenständig setzen, häufig besseren Leistungen erreicht werden konnten als bei herkömmlichen Lernformen. Zudem zeigen Studien, dass diese Lernform im Gegensatz zu traditionellen Lehr- und Lernformen das nachhaltige Lernen für alle Lerntypen fördert, während traditionelles Lernen vorrangig bestimmten Lerntypen entgegenkommt (Gardenia, Blumentritt, Olderog, & Schwesig, 2017, S. 12).

An dieser Stelle soll exemplarisch die Analyse „Effectiveness of learning strategy instruction on academic performance“ von Donker (2014) zusammengefasst werden. Die Metaanalyse umfasst 58 Studien, die in der Primar- sowie Sekundarstufe zum selbstregulierten Lernen durchgeführt wurden. Es wurden dabei Studien ausgewählt, die die Vermittlung von

Lernstrategien zur Verbesserung des selbstregulierten Lernens untersuchten. Der Fokus der Forschung lag auf der Frage, welche Strategien den größten Effekt auf den Lerneffekt der Schülerinnen und Schüler hat. Dabei wurden drei Arten von Lernstrategien untersucht: kognitive, metakognitive und Managementstrategien, sowie die damit verbundenen motivationalen Aspekte und das metakognitive Wissen. Die Metauntersuchung fand heraus, dass die Instruktion von selbstreguliertem Lernen insgesamt einen mittelgroßen positiven Effekt (Hedges' $g = 0.66$) auf die Verbesserung der schulischen Leistungen hat. Der größte Effekt ließ sich bei der Schreibkompetenz ($g = 1.25$) gefolgt von den Naturwissenschaften ($g = 0.73$), Mathematik ($g = 0.66$) und den Lesekompetenzen ($g = 0.36$) feststellen. Weiters zeigte sich, dass alle unterrichteten Strategien wirksam waren, wobei etwa die kognitive Strategie des Wiederholens ($g = 1.39$) oder das metakognitive Wissen über selbstreguliertes Lernen einen großen Effekt aufzeigten (generelles Wissen $g = 0.97$, Wissen über das eigene Lernen $g = 0.94$) (Donker, 2014).

3 Selbstreguliertes Lernen im Mathematikunterricht

In diesem Kapitel soll insbesondere auf die Rolle des selbstregulierten Lernens im Mathematikunterricht eingegangen werden. Dabei wird unter anderem thematisiert, wie selbstregulative Lernprozesse gefördert werden können. Einen besonderen Stellenwert dabei nehmen das Problemlösen sowie Modellierungsaufgaben ein. Im Anschluss werden konkrete Unterrichtsbeispiele vorgestellt, die selbstregulative Lernprozesse in unterschiedlichem Ausmaß berücksichtigen.

3.1 Bedeutung von Selbstregulation im Mathematikunterricht

Wie beispielsweise bei Bruder (2005) beschrieben, bringt das Erlernen von selbstregulativen Strategien für den Mathematikunterricht etliche Vorteile für die Lernenden mit sich. Die Selbstmotivation kann gesteigert werden, die Schülerinnen und Schüler lernen verschiedene heuristische Strategien kennen, üben, mit Fehlern umzugehen und übernehmen Verantwortung für ihr eigenes Lernen. Sie werden an strukturiertes Lernen gewöhnt und arbeiten Techniken heraus, die dabei helfen, das eigene Lernen effektiver zu gestalten. Bruder beschreibt, wie der Lernprozess vor, während und nach dem Lernen durch Selbstregulation unterstützt werden kann:

- Vor dem Lernen können sich die Lernenden einen Überblick verschaffen, sich Ziele setzen, ihr Lernen planen sowie organisieren.
- Während des Lernens wenden Lernenden passende Strategien an und suchen sich bei Problemen Hilfe und Unterstützung.
- Nach dem Lernen reflektieren sie ihre Lernprozesse, dadurch wird die Entwicklung der Reflexionsfähigkeit gefördert.

Weitere Vorteile des Einsatzes selbstregulativer Lernprozesse, die von Bruder thematisiert werden, sind beispielsweise das Ermöglichen von Erfolgserlebnissen, Möglichkeiten zur Binnendifferenzierung, Förderung des eigenverantwortlichen Lernens sowie das Schaffen atmosphärischer Elemente (etwa durch Ermutigungen oder durch Zulassen verschiedener Lösungswege).

3.2 Förderung der Selbstregulation im Mathematikunterricht

Zur konkreten Anleitung selbstregulierten Lernens existieren unterschiedliche Förderansätze, bei denen zumeist die fachspezifische Vermittlung (der oftmals ein Transfer folgt) im Mittelpunkt steht. Die Förderprogramme unterscheiden sich etwa im Hinblick auf die

zugrundeliegenden Modelle des selbstregulierten Lernens, den konkreten Förderaspekten, der Zielgruppe (z. B. Primarstufe vs. Sekundarstufe), der Art und Weise der Förderung (wie z. B. direkte vs. indirekte Instruktion) oder der Kontextspezifität (Götz, 2017, S. 177).

So können beispielsweise unterschiedliche Facetten des selbstregulierten Lernens gefördert werden. Ormrod (2006, S. 356) unterscheidet hierbei: Zielsetzung, Monitoring, Planung, Evaluation, Motivation sowie Freiheit zur Selbstregulation. Diese Fähigkeiten können durch gezielte Hilfestellungen der Lehrperson entwickelt werden. Einen weiteren Förderansatz stellt Woolfolk (2007) in ihrem Lehrbuch zur Pädagogischen Psychologie vor, bei dem auch die Eltern der Kinder miteinbezogen werden. Sie nennt vier Facetten, die bei der Förderung des selbstregulierten Lernens berücksichtigt werden sollten: Ermutigung, Modellierung von Selbstregulation, Heranführen an Strategien in der Familie sowie Bereitstellung von Leitlinien zur Selbstevaluation.

Es empfiehlt sich, als Lehrender auf ein theoretisches Modell zu fokussieren und im Vorhinein festzulegen, welche Aspekte des Selbstregulierens gefördert werden sollen. Dabei existieren verschiedene Förderansätze, die je nach individueller Situation angepasst eingesetzt werden können. Es ist von großer Bedeutung, den Schülerinnen und Schülern zunehmend Raum zu geben, um selbstregulierende Tätigkeiten erlernen und ausüben zu können (Götz, 2017, S. 175 ff.).

An dieser Stelle soll exemplarisch ein Förderansatz für Problemlöseaufgaben, die in der Mathematikdidaktik eine gewichtige Rolle einnehmen, vorgestellt werden. Hierfür empfiehlt sich die Verwendung von Handlungsaufforderungen, sogenannten Prompts. Lernenden werden so unterstützt, strategische Handlungen zu setzen und Probleme systematisch zu lösen. Wie in Abbildung 4 illustriert, teilt Konrad (2014) diese Handlungsanweisungen in drei Phasen ein:

<i>Planen</i>	
1.	Was ist besonders wichtig bei der Aufgabe?
2.	Worin besteht mein Ziel?
3.	Welche Informationen und Strategien benötige ich?
<i>Überwachen</i>	
1.	Habe ich ein klares Verständnis davon, was ich tue?
2.	Ist die Aufgabe sinnvoll?
3.	Kann ich meine Ziele durch mein Vorgehen erreichen?
<i>Evaluieren</i>	
1.	Habe ich mein Ziel erreicht?
2.	Was hat funktioniert?
3.	Was hat nicht geklappt?

Abbildung 4: Prompts - Eine Prüfliste zum Umgang mit Problemen (Konrad, 2014, S. 78)

Planen, Überwachen und Evaluieren. In den einzelnen Phasen sollen die Lernenden ihre Lernprozesse mithilfe unterschiedlicher Fragen organisieren und reflektieren. Zudem wird somit überprüft, ob man sich auf dem richtigen Weg befindet, um die Aufgabe lösen zu können. In der Praxis kann die Lehrperson solche Prompts gezielt einsetzen oder in die Aufgabenstellung integrieren, um Schülerinnen und Schüler zu unterstützen.

Sowohl der eben kurz thematisierten Problemlösefähigkeit als auch der Modellierungskompetenz kommen in der Mathematikdidaktik eine bedeutende Rolle zu, wobei diese beiden Themen oftmals in Beziehung mit metakognitiven sowie selbstregulativen Lernstrategien gesetzt werden. Das lässt sich durch die bereits thematisierten Selbstregulationsmodelle begründen: Die Lernenden setzen sich zunächst ein Ziel und wählen adaptiv aus einem Repertoire von Strategien die geeignete Vorgehensweise aus. Das Ergebnis wird dann mit dem Ziel verglichen und führt gegebenenfalls in weiterer Folge zu einer Änderung des Zieles oder der Strategie, siehe etwa bei Sjuts (2016).

3.3 Problemlösen

Unter Problemlösen versteht man die Anwendung mathematischer Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten an problemhaltigen Aufgaben. Einerseits werden Lösungsstrategien entwickelt, andererseits gilt es, Zusammenhänge zu erkennen und zu nutzen, indem Strategien auf ähnliche Sachverhalte übertragen werden. Dabei kommt auch der Kompetenz des Argumentierens hinsichtlich der Metakognition eine bedeutende Rolle zu. Beim Argumentieren werden mathematische Aussagen hinterfragt, Zusammenhänge erkannt, Vermutungen entwickelt sowie Begründungen gesucht und nachvollzogen. Lernende greifen beim Problemlösen stetig auf selbstregulative Prozesse zurück, das betrifft insbesondere das Planen und das Überwachen von Lernprozessen sowie das Prüfen von Zielen und Ergebnissen (Sjuts, 2016, S. 217). Der Prozess des Problemlösens lässt sich in zwei Teilprozesse gliedern: die Problemrepräsentation und die nachfolgende Problemlösung. Es ist möglich, Defizite, die während des Problemlösens auftreten, durch die Aneignung bestimmter heuristischer Strategien sowie durch ein großes Methodenbewusstsein der Lernenden zu kompensieren (Gürtler, Perels, Schmitz & Bruder, 2002, S. 225 f.). So kommt es nach Herold-Blasius (2021, S. 115) im Problembearbeitungsprozess stetig zu selbstregulatorischen Momenten, dazu zählen metakognitive, motivationale oder kognitive Handlungen. Insbesondere, wenn die Auswahl der Strategien gezielt erfolgt, wird dies als selbstregulatorische Fähigkeit gesehen.

Holzäpfel et al. (2018, S. 156 ff.) beschreiben, dass sich Problemlösen in beinahe jeder Unterrichtsphase (unterteilt in Erkunden/Entdecken, Ordnen, Vertiefen) sowohl als Methode als auch als Unterrichtsziel einsetzen lässt. In Tabelle 1 findet sich ein Überblick, welche unterschiedlichen Lernziele daraus resultieren.

	Problemlösen als Ziel	Problemlösen als Methode
Erkunden/Entdecken	Problemlösestrategien entwickeln und erkunden	genetisches Lernen, entdeckendes Lernen, problem posing
Ordnen	Problemlösepläne/-strategien erarbeiten und adaptiv einsetzen	-
Vertiefen	Problemlösestrategien üben	problemlösend Üben als eine Form des produktiven Übens

Tabelle 1: Unterrichtsziele des Problemlösens als Methode und als Ziel in den verschiedenen Unterrichtsphasen (nach Holzäpfel Lacher, Leuders & Rott, 2018, S. 158)

In der Fachdidaktik kommt es zudem zur Differenzierung zwischen problemorientierten und problemlösenden Unterricht. Beim problemorientierten Unterricht wird das Problemlösen als Methode eingesetzt. Es handelt sich hierbei um ein Unterrichtskonzept, das seinen Weg in die Praxis gefunden hat. Problemlösender Unterricht, bei dem Problemlösen als Ziel im Vordergrund steht, ist hingegen als didaktisches Konzept weniger weit verbreitet (Baldinger, 2020, S. 66). Bruder und Collet (2011, S. 114 ff.) haben hierzu ein vierphasiges Unterrichtskonzept entwickelt, das den Fokus auf das Erlernen und Verwenden von Heuristiken legt:

1. Phase: Gewöhnungsphase
2. Phase: Bewusstsein und Wirksamkeit von Heuristiken erkennen
3. Phase: Übungs- und Anwendungsphase
4. Phase: Kontexterweiterungsphase

In der ersten Phase lernen die Schülerinnen und Schüler durch Vorbildwirkung der Lehrkraft, strukturiert vorzugehen und durch Fragen zu reflektieren. Die Lehrkraft gibt hierbei typische Fragestellungen vor und nach dem Lösen von Aufgaben vor. Die Lernenden sollen diese Fragen dokumentieren und beantworten. Durch regelmäßiges Wiederholen werden die Schülerinnen und Schüler mit den Fragen vertraut gemacht und Reflexionsanlässe geschaffen. In der zweiten Phase müssen die Schülerinnen und Schüler den Nutzen von Heuristiken erkennen, dies kann durch konkrete Aufgabenstellungen geschehen. Im Anschluss erfolgt eine Reflexionsphase, in der die Lernenden die vorgestellte Strategie in eigenen Worten erklären und Beispiele finden sollen, in denen sie diese schon unbewusst angewendet haben. Anschließend wird die Strategie an einem anderen Problem erneut getestet, um den allgemeinen Nutzen von Heuristiken und Problemlösen zu demonstrieren. Im nächsten Schritt soll das Erkennen und Erlernen neuer Strategien fokussiert werden. Dafür wird ein markantes Musterbeispiel gewählt, das inhaltlich nicht besonders anspruchsvoll ist. Es ist wichtig, nicht mit den einfachsten Heuristiken zu beginnen, da die Einsicht in diese nicht so groß ist. In der dritten Phase werden die neu gelernten Strategien in Aufgaben verschiedener Schwierigkeitsgrade geübt. Im vierten und letzten Abschnitt geht es darum, die gelernten Heuristiken auf neue Anwendungsfelder zu übertragen, damit sie letztendlich automatisiert und gezielt angewendet werden können. Dieses Ziel erfordert jedoch viel Zeit und sollte erst mit einem zeitlichen Abstand zur dritten Phase durchgeführt werden. Gelernte Heuristiken, die schon etwas länger zurückliegen, sind hierbei besser geeignet. Durch dieses Unterrichtskonzept soll erreicht werden, dass Lernende ein individuelles Problemlösemodell entwickeln. Dabei steht im Vordergrund, dass dieses in Präsenz gehalten werden sollte und jederzeit von den Schülerinnen und Schülern verwendet werden kann.

Heuristische Strategien werden von Schreiber (2011, S. 96) als „intuitive Techniken und Faustregeln zur Unterstützung der Gedankenarbeit“ definiert. Er unterscheidet dabei vier Arten von Strategien:

- (1) Induktion: Enthält sämtliche Verfahren, die es ermöglichen, von den spezifischen Merkmalen des Vorliegenden zu allgemeineren Erkenntnissen zu gelangen.
- (2) Variation: Beinhaltet Strategien, durch die die Problemsituation auf eine neue Art betrachtet wird.
- (3) Interpretation: Schreiber meint damit die Übertragung von einem System in ein anderes. Beispiele hierfür ist die Anfertigung eines Modells oder das Suchen von Analogien.

- (4) Reduktion: Reduktive Strategien weisen eine logische Natur auf. Sie umfassen etwa das Unterscheiden von Fällen oder das Argumentieren durch Widerspruch.

Der konkrete Ablauf des Strategieeinsatzes beim Lösen eines Problems mithilfe mathematischer Mittel wird nach Bruder (2003, S. 19 ff.) durch folgende fünf Gesichtspunkte, die Bruder auch als „geistliche Beweglichkeit“ zusammenfasst, gekennzeichnet:

- (1) Reduktion: Vereinfachen der Problemsituation (z. B. Anfertigen einer Tabelle, einer Gleichung, etc.)
- (2) Reversibilität: Umkehren von Lösungsschritten, um sich zum Anfang der Aufgabe zurückzuarbeiten (Umkehraufgabe – Was müsste ich kennen, um die Größe bestimmen zu können?)
- (3) Aspektbeachtung: gleichzeitiges Bedenken mehrerer Aspekte respektive Erkennen von deren Abhängigkeit voneinander (z. B. Bildungsprinzip von Zahlenfolgen, Altersaufgaben, usw.)
- (4) Aspektwechsel: Umstrukturierung eines Sachverhalts beziehungsweise Wechsel der Perspektive auf eine Aufgabenstellung (z. B. Betrachtung ebener Probleme im Raum)
- (5) Transferierung: Übertragung von bekannten Verfahren auf neue Aufgabenstellungen (z. B. Lösen von Gleichungen zur Nullstellensuche)

Bruder betont, dass im Unterricht geeignete Heuristiken zunächst bewusst erlernt werden müssen, um sie schrittweise automatisiert nutzen zu können. Gute, jedoch ungeschulte Problemlöserinnen und Problemlöser können etwa meist nicht auf die eben genannten Fähigkeiten zurückgreifen und somit oftmals nicht erklären, wie sie ein Problem konkret gelöst haben.

Herold-Blasius (2019) hat ein Konzept für einen niederschweligen Einstieg ins Problemlösen und der Hinführung zu Problemlösestrategien entwickelt, die sogenannten Strategieschlüssel. Dabei handelt es sich um eine Auswahl von Problemlösestrategien, die in Schülersprache formuliert sind. Die Einführung eines solchen Schlüsselbundes kann etwa in drei Phasen geschehen: in einer Assoziations-, einer Gruppenarbeits- und einer abschließenden Reflexionsphase. Zunächst fragt die Lehrkraft nach möglichen Assoziationen (Wie können die Schlüssel eingesetzt werden? Was kann ich mit einem speziellen Schlüssel machen?), wobei es hierbei keine richtigen oder falschen Interpretationen gibt. In der zweiten Phase sollen die Schülerinnen und Schüler in Gruppen hinreichend komplexe Aufgaben lösen, wobei sie bei Schwierigkeiten die Strategieschlüssel verwenden sollen. Während dieser Bearbeitungsphase

soll das Vorgehen notiert werden. In der Reflexionsphase werden die unterschiedlichen Lösungsansätze verglichen sowie der Einsatz der Strategieschlüssel reflektiert. Dadurch sollen die Lernenden erkennen, wie die Schlüssel verwendet werden können, und dass nicht immer jeder Schlüssel hilfreich ist. Die Schlüssel können demnach als prompts (vgl. Abschnitt 3.2) gesehen werden, die „verschiedene kognitive, metakognitive, motivationale, volitionale und kooperative Aktivitäten während des Lernens“ anregen und die Schülerinnen und Schüler beim Lösen unterstützen sollen (Herold-Blasius, Rott & Leuders, 2017, S. 101). In Abbildung 5 findet sich ein Beispiel für einen solchen Strategieschlüsselbund. Strategieschlüssel lassen sich leicht in den Unterricht integrieren, zudem kann die Anzahl der Schlüssel variieren. Durch dieses Unterrichtskonzept kann die Vereinigung von Problemlösen als Ziel und als Methode gelingen.

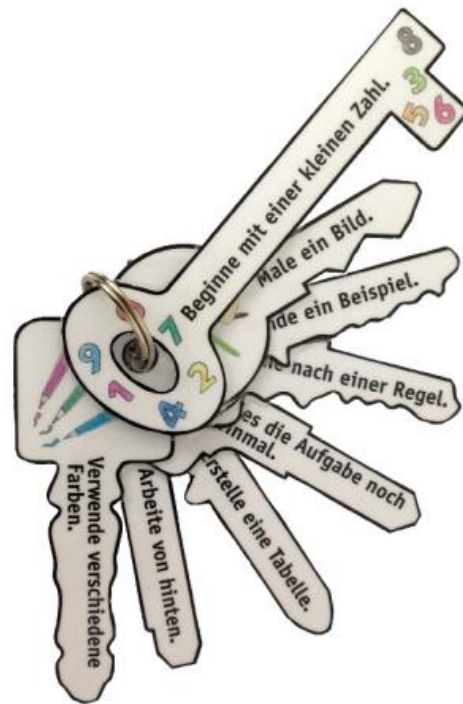


Abbildung 5: Strategieschlüssel (Herold-Blasius, 2019, S. 305)

Abbildung 6 zeigt eine typische Problemlöseaufgabe. Zwar sind die in der Aufgabe enthaltenen mathematischen Objekte (Halbkreise, Diagonale, Quadrat) den Schülerinnen bekannt, dennoch benötigen sie zur Lösung die Anwendung von bestimmten Strategien (in diesem Fall das Zeichnen einer Hilfslinie), die Lösung kann nicht auf direktem Wege erreicht werden.

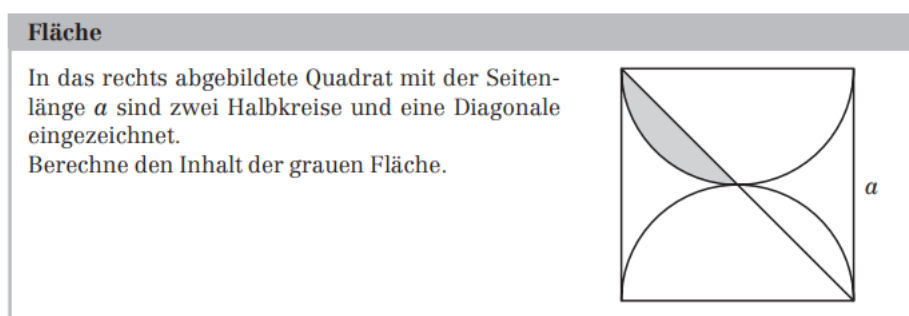


Abbildung 6: Problemlöseaufgabe (Blum, Drücke-Noe & Hartung, 2010, S. 40)

Durch die eben vorgestellten Unterrichtskonzepte wird die Eigenständigkeit sowie Fähigkeit zur Selbstregulation gesteigert. Schülerinnen und Schüler üben dabei das Finden und Einsetzen von Strategien, zudem wird ausreichend Raum für Reflexion geschaffen. Weiters können

Lernende ihre eigenen Kompetenzen erleben und Lehrkräfte können individuell fördern. Ähnlich kann dies durch Modellierungsaufgaben geschehen, wie im nächsten Abschnitt dargelegt wird.

3.4 Modellierungsaufgaben

Bei Modellierungsaufgaben steht stets eine authentische, reale Situation im Mittelpunkt. Die Aufgabe muss strukturiert und analysiert werden. Der Lernenden stellt sich dabei die Frage, wie Mathematik dabei helfen kann, das vorliegende Problem zu beschreiben und bestenfalls zu lösen. Es handelt sich dabei meist nicht um Übungsaufgaben zu einer bestimmten Themengebiete, da diese Aufgaben zumeist mehrere mathematische Teilgebiete umfassen (Humenberger, 2017, S. 109 f.). In Abbildung 7 findet sich eine schematische Darstellung des sogenannten Modellierungskreislaufs nach Blum und Leiß (2005).

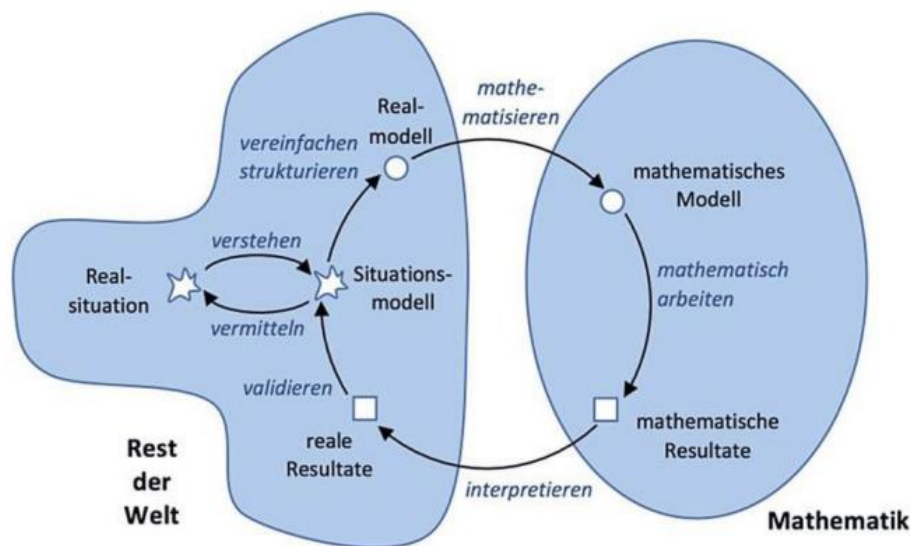


Abbildung 7: Modellierungskreislauf nach Blum und Leiß (2005, S. 19)

Ausgangspunkt des Modellierungsprozesses ist demnach eine Situation aus dem Rest der Welt, die eine authentische Problemstellung beinhaltet, die mit mathematischen Hilfsmitteln gelöst werden soll. Je nach Wissen, Ziele sowie Interessen wird diese Situation zunächst zu einem Modell abstrahiert. Beispiele für Aufgaben, die durch die Modellierung gelöst werden sollen, sind etwa Optimierungsprozesse oder Probleme aus der Technik. Gegebenenfalls müssen reale Daten erhoben werden, um zur Lösung zu gelangen. Durch einen sogenannten Mathematisierungsprozess werden alle relevanten Informationen aus dem Rest der Welt in die Mathematik übersetzt, was zu einem mathematischen Modell führt. In weiterer Folge werden mathematische Methoden angewandt, um jene Frage zu beantworten, die sich bei der

Übersetzung des realen Problems ergeben haben. Im nächsten Schritt wird der vorangegangene Prozess validiert. Dabei wird überprüft, ob das entwickelte Modell sowie die interpretierten mathematischen Ergebnisse im Hinblick auf das ursprüngliche Problem plausibel erscheinen. Ist dem nicht der Fall, müssen einzelne Schritte respektive der gesamte Prozess unter Anwendung eines abgeänderten oder auch eines völlig neuen Modells wiederholt werden. Abschließend wird die Lösung des ursprünglichen realweltlichen Problems präsentiert und gegebenenfalls mit anderen geteilt (Wess, 2020, S. 12 f.).

Diejenigen Fähigkeiten, die der Lösungsprozess, der im Modellierungskreislauf beschrieben werden, umfasst, werden etwa bei Blum et al. (2007) als sogenannte Modellierungskompetenz bezeichnet. Diese beinhaltet folgende Teilkompetenzen: Verstehen, Vereinfachen, Mathematisieren, Mathematisches Arbeiten, Interpretieren, Validieren und Vermitteln. Diese decken sich wiederum mit dem Modellierungskreislauf nach Blum und Leiß. An dieser Stelle soll insbesondere auf die beiden Kompetenzen Mathematisieren und Mathematisch Arbeiten eingegangen werden. Mathematisieren meint das Übertragen relevanter Informationen in ein mathematisches Modell sowie das Auswählen einer geeigneten mathematischen Darstellungsform. Mathematisches Arbeiten hingegen umfasst das Anwenden von passenden heuristischen Strategien sowie von mathematischem Wissen, um die Problemstellung lösen zu können. Es ist grundsätzlich anzumerken, dass bei anderen Kreislaufmodellen der Schwerpunkt der Teilkompetenzen anderswertig gelegt werden kann, jedoch wird das mathematische Arbeiten zumeist nicht berücksichtigt, da es nicht spezifisch für den Modellierungsprozess ist (Hankeln & Greefrath, 2021, S. 370).

Eng im Zusammenhang mit der Modellierungskompetenz steht auch der geeignete Strategieeinsatz. Auch wenn die Nutzung von Strategien zwar in sämtlichen Kompetenzbereichen der Mathematik von Bedeutung ist, spielt das strategische Repertoire beim Lösen von Modellierungsaufgaben eine besondere Rolle. Zumeist ist eine Vielzahl von Aktivitäten erforderlich, die vom Lernenden den Einsatz von unterschiedlichen Strategien erfordern. Dabei handelt sich um die bereits erwähnten kognitiven Strategien (Wiederholungstechniken, Elaborations- und Organisationsstrategien) einerseits und um die metakognitiven Strategien andererseits (Schukajlow & Leiss, 2011, S. 56 f.). Krüger (2021, S. 51 ff.) definiert metakognitive Strategien im Zusammenhang mit Modellierungsaufgaben als den gezielten Einsatz kognitiver Strategien aus den Bereichen Planung und Organisation, Überwachung und Regulation sowie Evaluation. Dabei konnte durch Studien gezeigt werden, dass der Einsatz metakognitiver Strategien das Arbeiten an Anwendungsaufgaben vereinfachen, beim Bewältigen von Hindernissen hilfreich sein kann und das Engagement und

die Aufmerksamkeit bei der Aufgabenbearbeitung steigert. Zwar gewährleisten metakognitive Kompetenzen noch kein optimales Lernverhalten der Lernenden, sie stellen jedoch das Fundament für die Nutzung von geeigneten Lernstrategien dar. Insbesondere beim mathematischen Modellieren zeigt sich, dass metakognitive Strategien einen positiven Effekt auf den Bearbeitungsprozess haben, siehe etwa bei Schneider & Artelt (2010).

Für den Einsatz metakognitiver Strategien ist ein gewisser Grad an Herausforderung beim Bearbeiten der Aufgaben notwendig, der bei Modellierungsaufgaben zumeist erfüllt wird. Dabei sind die Lösungsprozesse oft durch folgende Aspekte gekennzeichnet: Zunächst müssen die Aufgabenstellungen verstanden werden, um geeignete realitätsbezogene Annahmen treffen zu können. Dann sollte die Situation strukturiert und idealisiert werden, um ein Realmodell zu konstruieren. Das Realmodell muss dann in ein mathematisches Modell transformiert werden, um die Analyse und Lösung der Fragestellung zu ermöglichen. In weiterer Folge müssen mathematische Verfahren angewendet werden, um ein mathematisches Resultat zu erzielen. Abschließend muss dieses Resultat in der Realität interpretiert werden und unter den Gegebenheiten der Situation überprüft werden. Der Lösungsprozess sollte dann detailliert dargelegt werden (Krug & Schukajlow, 2020, S. 429). Empirische Befunde der PISA-Studie verifizieren die These, dass die Fähigkeit des Mathematisierens lebensweltbezogener Sachverhalte ein wesentliches Element des mathematischen Grundverständnisses ausmacht. So schneiden im mathematischen Bereich diejenigen Länder im Vergleich gut ab, die Modellierungsprozesse im Mathematikunterricht in den Fokus stellen. Um das mathematische Denken zu fördern, ist eine stärkere Verknüpfung und Reflexion der Inhalte, geringe Kalkülorientierung sowie vermehrte Eigenaktivität der Lernenden notwendig (Gürtler, Perels, Schmitz, & Bruder, 2002, S. 222 f.).

Bei der in Abbildung 8 dargestellten Aufgabe handelt es sich um eine typische Modellierungsaufgabe. Es existieren unterschiedliche Lösungsansätze, die jedoch alle eine Übersetzung einer Realsituation in die Welt der Mathematik verlangen. In weiterer Folge werden vom Lernenden die Schritte des Modellierungskreislaufs durchlaufen, um zu einem Ergebnis zu gelangen.

Tanken

Herr Stein wohnt in Trier, 20 km von der Grenze zu Luxemburg entfernt. Er fährt mit seinem VW Golf zum Tanken nach Luxemburg, wo sich direkt hinter der Grenze eine Tankstelle befindet. Dort kostet der Liter Benzin nur 1,05 €, im Gegensatz zu 1,30 € in Trier. Lohnt sich die Fahrt für Herrn Stein? Begründe deine Antwort.



Abbildung 8: Modellierungsaufgabe (Blum, Driike-Noe & Hartung, 2010, S. 42)

Zunächst muss festgelegt werden, wie „Lohnen“ interpretiert wird. Versteht man darunter lediglich die Kostenersparnis, ergibt sich ein Lösungsansatz, der das Festlegen von Parameter für Tankvolumen, Benzinverbrauch und der Entfernung zu den Tankstellen verlangt. Die Gesamtkosten K können durch die Kosten für die getankte Benzinmenge plus die Kosten für die verbrauchte Benzinmenge bis zur Tankstelle berechnet werden. Allgemein ergibt sich so folgender mathematischer Ausdruck:

$$K = (1,30 \text{ € / l} \cdot \text{Benzinmenge}) + (1,30 \text{ € / l} \cdot 2 \cdot \text{Entfernung der Tankstelle} \cdot \text{Benzinverbrauch} / 100 \text{ km})$$

Nun gilt es, Annahmen über diejenigen Parameter zu machen, die nicht in der Aufgabenstellung gegeben sind. Mögliche Werte der Parameter können etwa lauten:

- Benzinmenge: 45 Liter
- Entfernung der Tankstelle in Trier: 1 km
- Durchschnittlicher Benzinverbrauch: 8 Liter pro 100 km

$$K_{\text{Trier}} = (1,30 \text{ € / l} \cdot 45) + (2 \text{ km} \cdot 1,30 \text{ € / l} \cdot (0,08 \text{ l / km})) \approx 58,71 \text{ €}$$

$$K_{\text{Luxemburg}} = (1,05 \text{ € / l} \cdot 45) + (40 \text{ km} \cdot 1,05 \text{ € / l} \cdot (0,08 \text{ l / km})) = 50,61 \text{ €}$$

Das Tanken in Luxemburg ist somit um ungefähr 8 € billiger, die Fahrt „lohnt“ sich also. Bei diesem Lösungsansatz werden jedoch verschiedene Aspekte, etwa der Zeitaufwand für Hin- und Rückfahrt sowie die Betriebskosten des Fahrzeugs, ignoriert.

Ein weiterer möglicher Ansatz könnte durch das Festlegen eines Geldbetrags geschehen, ab welchen sich das Tanken in Luxemburg „lohnt“. Werden erneut die gleichen Parameter für Tankmenge, Entfernung zu den beiden Tankstellen sowie Benzinverbrauch des Autos angenommen, ergibt sich folgende Überlegung:

- Angenommen, die Fahrt nach Trier lohnt sich, wenn sich man dadurch 10 € erspart.
- Das Tanken in Trier kostet 58,50 € und in Luxemburg 47,25 €, die Ersparnis beträgt somit 11,25 €.
- Die Benzinkosten für die Hin- und Rückfahrt dürfen somit nicht teurer als 1,25 € sein.
- Werden die zuvor festgelegten Entfernungen berücksichtigt, so müssen zur Tankstelle in Luxemburg 38 km mehr zurückgelegt werden. Daraus ergeben sich Kraftstoffmehrkosten von 3,192 €, die Fahrt „lohnt“ sich somit nicht.

Für beide Lösungsansätze bietet es sich an, die Kosten abhängig von einem variabel wählbaren Parameter (etwa Kraftstoffmenge, Entfernung der Tankstellen, etc.) zu machen. In weiterer Folge können passende Gleichungen respektive Funktionen grafisch dargestellt oder rechnerisch gelöst werden. Für leistungsschwache Schüler/innen können hingegen Tabellen erstellt und Lösungen durch systematisches Probieren gefunden werden.

3.5 Fazit Problemlösen und Modellierungsaufgaben

Zusammenfassend lässt sich also feststellen, dass sich Problemlöse- sowie Modellierungsaufgaben für Unterrichtsabschnitte eignen, in denen die Lernenden selbstreguliert arbeiten sollen. Die Schülerinnen und Schüler lernen dabei verschiedene Heuristiken und Lösungsstrategien, zudem wird ihre Reflexionsfähigkeit gefördert. Durch individuelle Differenzierung innerhalb der Klasse (etwa durch den Einsatz von Hilfsmitteln wie Strategieschlüssel) kann allen Lernenden zu einem Erfolgserlebnis verholfen werden. Zudem wird durch den Einsatz realitätsbezogener Aufgaben eine Verbindung der Mathematik zum ‚Rest der Welt‘ geschaffen.

3.6 Einsatz im Unterricht

In diesem Abschnitt soll dargelegt werden, wie selbstreguliertes Lernen im Unterricht gelingen kann. Grundsätzlich gibt es verschiedene Möglichkeiten, Phasen des selbstregulierten Lernens in den Unterricht zu integrieren. Dafür werden drei ausgewählte Methodenbeispiele aus der Fachdidaktik, die mit Hinweisen zum Einsatz respektive mit ihrem didaktischen Hintergrund versehen sind, vorgestellt.

3.6.1 Projektunterricht

Projekttage ermöglichen es, den Schülerinnen und Schülern verschiedene Strategien des selbstregulierten Lernens kompakt zu vermitteln. Allerdings besteht dabei die Gefahr eines mangelhaften Bezugs zum regulären Unterrichtsalltag sowie einer geringen Transfersicherung.

Daher gilt es bei der Durchführung von Projekttagen zum selbstregulierten Lernen zu beachten, dass der Anschluss zum fachlichen Unterricht gewährleistet wird. Dadurch wird es für die Lernenden einfacher, die gelernten Strategien in den regulären Unterricht zu übertragen (Perels, 2011, S. 20 ff.).

Auch Projektunterricht, der nicht direkt Strategien vermittelt, ist eng mit den Merkmalen des selbstregulierten Lernens verknüpft. Dazu zählen etwa Motivation, kognitive und metakognitive Lernstrategien sowie Reflexionsfähigkeit. Um die Motivation der Lernenden positiv zu beeinflussen, sollten die Themen beim Projektunterricht aus dem Lebensbereich der Schülerinnen und Schüler oder aus einer aktuellen Problemstellung heraus gewählt werden. Die Lernenden sollten zudem an der Entwicklung des Projektthemas und -plans beteiligt sein, da dadurch bereits metakognitive Strategien und Identifikationen gefördert werden können. Vorwissen und Vorerfahrungen müssen berücksichtigt werden, damit Wissensnetze aktiviert werden und neues mit altem Wissen verknüpft werden kann. An den Projekten selbst arbeiten die Schülerinnen und Schüler eigenständig, sie wählen geeignete Strategien und arbeiten selbstreguliert während Planung, Durchführung und in der abschließenden Reflexion. Es ist jedoch zu beachten, dass Projektunterricht nur dann gelingen kann, wenn die Lernenden bereits über geeignete kognitive sowie metakognitive Strategien verfügen. Zudem muss vor der Durchführung des Projekts festgelegt werden, welche Ziele erreicht werden sollen. Die Zielsetzung muss allen Beteiligten bewusst und verständlich sein. Klarerweise ist es den Lernenden erlaubt, Fehler zu machen, da dadurch komplexe Zusammenhänge besser verstanden und Lösungswege erarbeitet werden können. Dabei sollen sie an geeigneten Stellen über ihre Arbeit reflektieren (Traub, 2022, S. 67 f.). Ein Beispiel für ein Projekt im Mathematikunterricht, bei dem es sich um eine realitätsbezogene Modellierungsaufgabe handelt, ist der Beuteflug des Habichts und das Nest des Sperbers (Maaß & Götz, 2019).

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass Projektunterricht sowohl konkret zum selbstregulierten Lernen geschehen kann, um Strategien zu erarbeiten, oder aber auch allgemein zu einem Thema erfolgen kann. Dabei gilt es jedoch, etliche Aspekte zu beachten, allem voran die Wahl des Themas.

3.6.2 Kriteriengeleitetes Arbeiten

Eine weitere Möglichkeit, Selbstregulation im Mathematikunterricht zu ermöglichen, ist durch das Aufgabenformat „kriteriengeleitetes Arbeiten“ gegeben. Dabei bearbeiten die Lernenden eine Aufgabe und wählen aus einer vorgegebenen Liste selbst Kriterien aus, die bewertet

werden sollen. Die Unterrichtsmoderation lehnt sich stark an das sogenannte dialogische Lernen an, bei dem wiederholte Austausch- sowie Reflexionsprozesse im Vordergrund stehen (Nydegger, 2019, S. 91). Zunächst wird im Zuge einer offenen Startphase eine mathematisch bedeutsame Sachsituation präsentiert, wobei die Identifikation mit dem Lerngegenstand und die Klärung des eigenen Standpunkts im Mittelpunkt stehen. Die Lehrperson erarbeitet dann geleitet durch die Fragen der Lernenden eine offene Aufgabenstellung sowie Bearbeitungskriterien, die als Grundlage zur Bewertung der Arbeit dienen. Dadurch konzentrieren sich die Schülerinnen und Schüler vermehrt auf die Qualität ihrer Erarbeitung. Zudem wird durch die Vorgabe von Bearbeitungskriterien die offene Aufgabe auf bestimmte Inhalte fokussiert (Gallin & Ruf, 1998, S. 110). Nydegger (2019, S. 95 ff.) beschreibt fünf Schritte, in denen kriteriengeleitetes Arbeiten geschehen sollte:

- Schritt 1: Lernende kognitiv aktivieren mit einem Sachverhalt mit ‚Potential‘
- Schritt 2: Die Lehrperson entwickelt gestützt auf die Arbeiten der Schülerinnen und Schüler eine Aufgabenstellung und entsprechende Bearbeitungskriterien
- Schritt 3: Aufgabenstellung und Bearbeitungskriterien klären, offene Aufgabe bearbeiten und Kriterien zur Bewertung wählen
- Schritt 4: Gegenseitige Kontrolle (Peerkontrolle) und Reflexion
- Schritt 5: Selbstreflexion und Eintrag im individuell geführten Theorieheft

In Abbildung 7 ist ein Beispiel für Bearbeitungskriterien zu einer Aufgabenstellung zu Quadervolumen und Dichte zu finden. Dabei sollte eine Messtasche (aus Papier gebastelter Quader zum Messen) fabriziert werden. Die Aufgabenstellung dazu lautet: *Stelle verschiedene Messtaschen, mit welchen sich unterschiedliche Materialien abmessen lassen.*

Bearbeitungskriterien	↓	
Deine Tasche ist nach demselben Prinzip gebaut wie die vorgegebenen Taschen. Sie ist faltbar.		
Die Litermarke deiner Tasche ist korrekt aufgezeichnet oder korrekt beschrieben.		
Die Marken für $\frac{1}{2}$ und $\frac{1}{4}$ Liter sind korrekt eingezeichnet.		
Der Rechenweg ist nachvollziehbar und korrekt.		
Dein Vorgehen ist verständlich dokumentiert.		
Eine Messskala für ein weiteres Lebensmittel ist korrekt aufgezeichnet.		
Bei einer weiteren Tasche liegt die 1 Litermarke genau bei 8 cm. Deine Maßangaben zu dieser Tasche sind korrekt.		
Die Begründung zum Berechnen der Taschengröße bei 1 Liter auf 8 cm ist korrekt.		
Die 1 kg-Marke für Hafer liegt genau bei 8 cm. Deine Maßangaben zu dieser Tasche sind korrekt.		
Skizzen und Beschreibung zu einem weiteren Papier-Gefäß sind verständlich. Die Skalen sind korrekt.		

Abbildung 9: Kriterien mit Auswahl- und Bewertungsspalte (Nydegger, 2019, S. 97)

Das kriteriengeleitete Arbeiten ermöglicht es, dass der Problemstellung Raum gegeben wird. Davor wird jedoch relevantes Vorwissen gemeinsam aktiviert. Durch die ausgewählten Bewertungskriterien gelingt es einerseits, den Arbeitsprozess zu steuern. Andererseits dienen sie als Kontrollmechanismus für die Lernenden, was den selbstregulativen Lernprozess unterstützt. Abschließend helfen sie, ihre Ergebnisse zu überprüfen und zu entscheiden, ob weitere Überarbeitungen notwendig sind (Nydegger, 2019, S. 101 f.). Im Hinblick auf metakognitive Strategien wird das Lernen dadurch überwacht sowie die Reflexionsfähigkeit der Lernenden gefördert.

3.6.3 Multiple Lösungen

Zuletzt soll die Methode „multiple Lösungen“ inklusive einer konkreten Unterrichtsaufgabe vorgestellt werden. Die Aufgabe, die in Abbildung 8 dargestellt wird, wurde von Krug und Schukajow (2020) entwickelt. Sie wurde im Zuge einer empirischen Studie eingesetzt, um den Einfluss der Aufforderung, mehrere Lösungen für eine Modellierungsaufgabe zu finden, auf die prozedurale Metakognition (vgl. Abschnitt 2.1) und das selbstregulierte Lernen zu untersuchen. Die Unterrichtsmethode „multiple Lösungen“ wird etwa bei Neubrand (2010) thematisiert. Er meint, dass die Aufforderung, mehrere Lösungswege zu finden, den Problemlöseprozess oftmals entscheidend unterstützen kann. Verschiedene Lösungsansätze fördern das Vernetzen von Wissen und können sich zudem gegenseitig stützen. Sie regen die Lernenden dazu an, unterschiedliche Strategien und damit individuelle Ansätze auszuprobieren



Bei der Sportart „Fallschirmspringen“ werden die Springer mit Hilfe eines Flugzeuges auf eine Absprunghöhe von etwa 4000 Metern über die Erde gebracht. Die Springer verlassen dann das Flugzeug. Bevor ein Springer den Fallschirm öffnet, fällt er etwa 3000 Meter im freien Fall zur Erde. In einer Höhe von mindestens 1000 Metern öffnet sich der Fallschirm und der Sportler gleitet mit geöffnetem Fallschirm zum Landeplatz. Beim gesamten Sprung werden die Springer durch den Wind unterschiedlich stark abgetrieben.

Der Abtrieb bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten zu den verschiedenen Flugphasen sind in folgender Tabelle abgebildet.

Windgeschwindigkeit	Seitlicher Abtrieb im freien Fall pro tausend Meter	Seitlicher Abtrieb in der Gleitphase pro tausend Meter
Leicht	60 m	540 m
Mäßig	160 m	1440 m
Stark	340 m	3060 m

Welche Flugstrecke legt der Sportler während des gesamten Sprungs zurück? Finde zwei mögliche Lösungen. Schreibe beide Lösungswege auf.

Abbildung 10: Unterrichtsaufgabe Fallschirmsprung (Krug & Schukajlow, 2019, S. 437)

sowie ihr Wissen flexibel einzusetzen. Den Lehrpersonen kann diese Methode außerdem dabei helfen, den Leistungsstand der Schülerinnen und Schüler besser einzuschätzen.

Bei der ausgewählten Unterrichtsaufgabe „Fallschirmsprung“, die in Abbildung 10 dargestellt ist, wird einerseits dazu aufgefordert, zwei Lösungen zu entwickeln, andererseits fehlen Angaben, etwa zur genauen Absprunghöhe oder zur Windgeschwindigkeit. Die durchgeführte Studie kam schließlich zu dem Schluss, dass die Aufforderung, multiple Lösungen zur Modellierungsaufgabe zu entwickeln, zu einer gewissen Steigerung von Planungs- und Kontrollstrategien führt, wobei die erhaltenen Ergebnisse teilweise an der Signifikanzgrenze lagen. Desweiteren zeigte die Studie den Stellenwert des Unterrichtsmaterials für die Entwicklung der prozeduralen Metakognition, der auch in anderen Studien, etwa bei Kaune et al. (2010) oder Schukajlow et al. (2015), gezeigt wurde. Zudem hat sich erwiesen, dass Lernende, die mehrere Lösungen entwickeln, gehäuft von Selbstregulation beim Lernen berichteten (Krug & Schukajlow, 2020, S. 230 ff.).

4 Methodik

Um einen Einblick zu gewinnen, inwiefern Mathematiklehrerinnen und -lehrer selbstregulierte Lernprozesse in ihren Unterricht integrieren und welche Einstellung sie diesen gegenüber an den Tag legen, wurde eine Umfrage durchgeführt, die anhand offener und geschlossener Fragen verschiedene Aspekte des selbstregulierten Lernens im Mathematikunterricht abfragt. In weiterer Folge soll der Fragebogen beschrieben sowie die Ergebnisse vorgestellt und interpretiert werden.

4.1 Der Fragebogen

Zunächst wurden bereits bestehende Instrumente zur Erfassung des Einsatzes von selbstregulativen Methoden im Mathematikunterricht und der Einstellung dazu gesichtet. Vorrangig dabei zu nennen sind Baumert et al. (2019), Klieme et al. (2005), Maag-Merki et al. (2015) sowie Diel (2012). In diesem Zusammenhang wurden auch inhaltlich ähnliche Konstrukte, etwa der Einsatz von Problemlöse- sowie Modellierungsaufgaben, berücksichtigt. Auf Basis der ausgewählten Literatur und bestehenden Fragebögen wurden schließlich 31 Items, bestehend aus offenen und geschlossenen Fragen, entwickelt. Der Fragebogen ist dabei in folgende fünf Abschnitte gegliedert:

- Allgemeine Fragen zum/zur Umfrageteilnehmenden
- Einsatz selbstregulativer Prozesse im Unterricht
- Problemlöse- und Modellierungsaufgaben
- Einstellung zum selbstregulierten Lernen
- Abschließende offene Fragen

Im ersten Abschnitt wurden relevante Eckdaten der teilnehmenden Lehrpersonen erhoben, darunter Geschlecht, Alter, höchster Schul- beziehungsweise Hochschulabschluss, Dienstalter, Schulform und ob Mathematik fachfremd unterrichtet wird. Die Teilnehmenden wurden in weiterer Folge unter anderem gefragt, inwiefern selbstregulative Prozesse in ihrem Mathematikunterricht integriert werden. Auch der konkrete Einsatz von Problemlöse- und Modellierungsaufgaben wurde thematisiert. Zuletzt wurden Fragen gestellt, die auf die Einstellung der Befragten zum selbstregulierten Lernen abzielten.

Zu den insgesamt gestellten 17 geschlossenen Fragen (die Fragen des ersten Abschnitts ausgenommen) gab es jeweils fünf Antwortmöglichkeiten, wobei zwischen den Antworten „Stimme überhaupt nicht zu“, „Stimme eher nicht zu“, „Stimme eher zu“, „Stimme voll und ganz

zu“ sowie „Keine Angabe“ gewählt werden konnte. Ausgenommen vom ersten und letzten Abschnitt des Fragebogens wurden offene Fragen ergänzend zu ausgewählten geschlossenen Fragen gestellt. Man spricht hierbei vom sogenannten eingebetteten Design (auch embedded design oder nested design genannt) im Sinne des Mixed-Methods-Ansatzes. Dabei wird die dominierende Methode (quantitative Forschung durch geschlossene Fragen) durch eine zweite (qualitatives Forschungsdesign durch offene Fragen) unterstützt. Dadurch können zusätzliche Aspekte abgefragt und auch ein Einblick in die Erfahrungen und Einstellungen der Teilnehmenden gewonnen werden (Kuckartz, 2014). Ein Beispiel dafür ist die geschlossene Fragestellung *„Ich arbeite im Mathematikunterricht mit Aufgaben, bei denen meine Schüler/innen Probleme lösen müssen.“*, die durch die beiden Items *„Falls ja, wie oft setzen Sie Problemlöseaufgaben ein?“* und *„Falls Sie mit Problemlöseaufgaben arbeiten: In welcher Form werden diese eingesetzt (als Einstieg, in Übungsphasen, Projektunterricht, ...)?“* erweitert wird. Anzumerken sei an dieser Stelle, dass es sich bei dem Großteil dieser ergänzenden offenen Frage nicht um Pflichtfragen gehandelt hat, sie also von den Teilnehmenden ausgelassen werden konnten. Alle anderen Fragen hingegen mussten verpflichtend beantwortet werden, um den Fragebogen auswerten zu können.

Grundsätzlich wurden bei der Erstellung des Fragebogens folgende zwei Forschungsfragen berücksichtigt:

- *Wie schätzen Lehrpersonen der Sekundarstufe I die Möglichkeiten und Grenzen des selbstregulierten Lernens im Mathematikunterricht ein?*
- *Welche Unterrichtsformen im Bereich selbstreguliertem Lernen werden von Lehrkräften im Mathematikunterricht eingesetzt?*

Die Analyse der Antworten wird im Abschnitt 5 näher dargelegt, jedoch soll an dieser Stelle darauf hingewiesen werden, dass sich für die Beantwortung der Forschungsfragen folgende (offenen) Fragen des Fragebogens als besonders relevant herausgestellt haben:

- *„Beim selbstregulierten Lernen übernimmt der/die Lernende eigenständig Verantwortung über die Wahl seiner/ihrer Strategien und Ziele beim Lernen. Welche Schwierigkeiten sehen Sie bei der Umsetzung von selbstreguliertem Lernen in Ihrem Mathematikunterricht?“*
- *„Inwiefern lassen Sie solche Phasen des selbstregulierten Lernens (falls vorhanden) in die Leistungsbewertung einfließen?“*

Der Fragebogen ist im Anhang zu finden.

4.2 Erhebung und Stichprobe

Die Erhebung wurde im Zeitraum von Mai 2023 bis Juli 2023 durchgeführt. Die Teilnehmenden wurden durch soziale Netzwerke sowie durch Anfragen an verschiedene Schulen in ganz Österreich erreicht. Die Umfrage wurde online auf der Plattform „Google Formulare“ durchgeführt, um eine einfache und benutzerfreundliche Teilnahme zu ermöglichen.

An der Umfrage haben 52 Lehrpersonen teilgenommen, wobei 75 % der Teilnehmenden weiblich und 25 % männlich waren. Damit spiegelt das zu untersuchende Sample die Geschlechterverteilung der Lehrerinnen und Lehrer in Österreich gut wider: Im Schuljahr 2021/22 waren etwa 73,5% weibliche Lehrpersonen an Mittelschulen tätig. Im Bereich der allgemeinbildenden Schulen betrug dieser Anteil 65,6 % (Radinger & Sommer-Binder, 2023, S. 79).

Die Altersspanne der befragten Lehrpersonen reicht von 24 bis 60 Jahren mit einem Durchschnittsalter von 37,9 Jahren. Die Altersverteilung ist aus Abbildung 11 zu entnehmen.

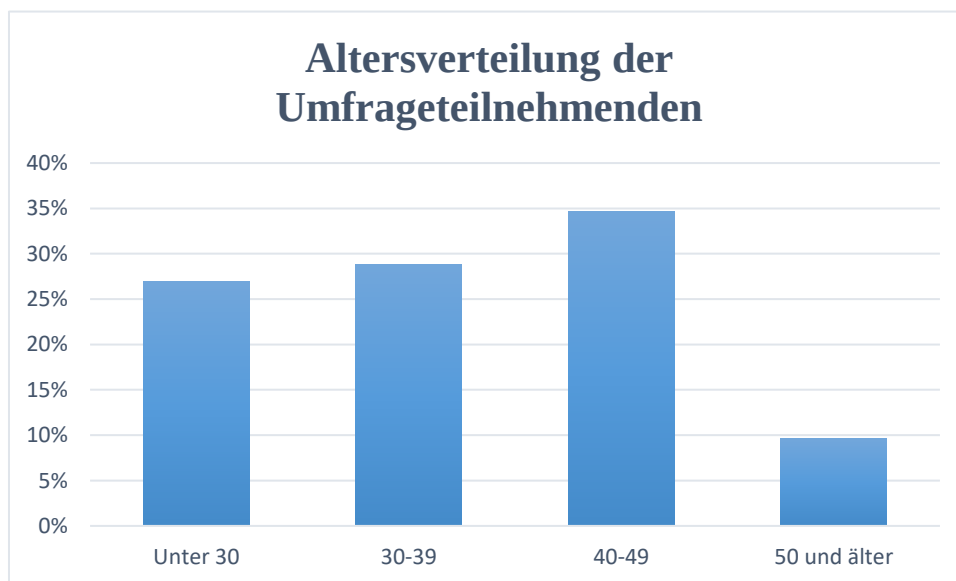


Abbildung 11: Altersverteilung der Umfrageteilnehmenden (eigene Abbildung)

Hierbei muss angemerkt werden, dass es sich hinsichtlich des Alters um keine repräsentative Stichprobe der Lehrerinnen und Lehrer der Sekundarstufe I und II handelt. Laut des Berichts Bildung in Zahlen 2021/22 (Radinger & Sommer-Binder, 2023, S. 81) waren in diesem Schuljahr etwa rund 42% der unterrichtenden Lehrpersonen an Mittelschulen 50 Jahre und älter, an allgemeinbildenden höheren Schulen waren es 39%.

Mehr als die Hälfte der Befragten war zum Zeitpunkt der Umfrage in der Mittelschule tätig, die restlichen Lehrpersonen gaben an, in einem Gymnasium beziehungsweise in einer

berufsbildenden höheren Schule zu unterrichten. Zudem ist noch anzumerken, dass zehn der Teilnehmenden anführten, Mathematik fachfremd zu unterrichten. In den Abbildungen 12 und 13 sind weitere Eckdaten zu den teilnehmenden Lehrpersonen ersichtlich.

Was ist Ihr höchster Schul- oder Hochschulabschluss?

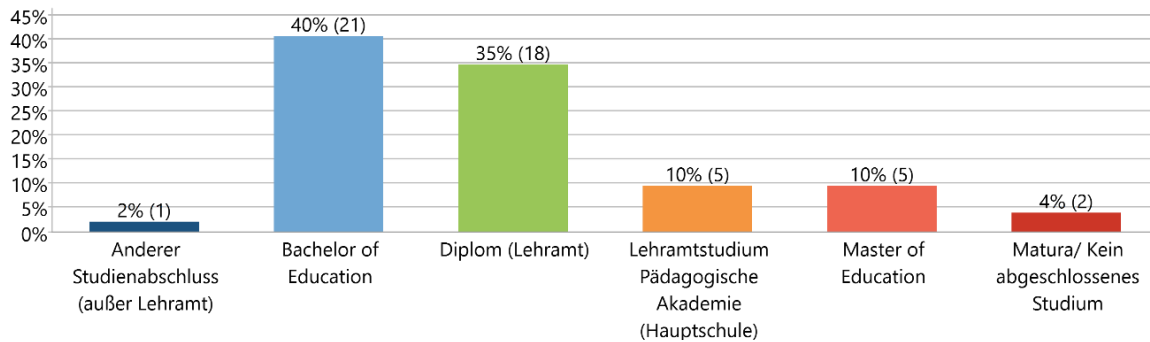


Abbildung 12: Höchster Bildungsabschluss (eigene Abbildung)

Wie lange unterrichten Sie bereits?

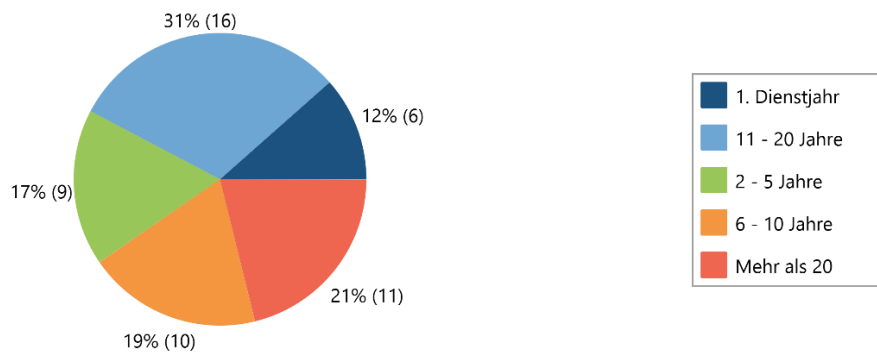


Abbildung 13: Dienstalster (eigene Abbildung)

Abbildung 12 zeigt die Angaben zum höchsten Schul- bzw. Hochschulabschluss der Befragten. Es zeigt sich, dass der Großteil einen BEd respektive einen Diplom-Abschluss vorzuweisen hat. Wie aus Abbildung 13 hervorgeht, haben die meisten Teilnehmenden angegeben, bereits zwischen elf und 20 Jahre zu unterrichten. Nur sechs der 52 Befragten waren zum Zeitpunkt der Teilnahme im ersten Dienstjahr.

Die durchgeführte Umfrage weist mit 52 Teilnehmenden eine vergleichsweise geringe Stichprobengröße auf, was bedeutet, dass die Ergebnisse nicht ohne Weiteres auf die Gesamtheit übertragen werden können. Jedoch bietet diese Umfrage die Möglichkeit, Auffälligkeiten und Tendenzen innerhalb der untersuchten Gruppe deskriptiv zu beschreiben und zu diskutieren. Diese Ergebnisse können Einblicke und Anhaltspunkte für weitere Forschung oder Maßnahmen bieten, sollten jedoch immer mit Vorsicht betrachtet werden, da sie nicht zwangsläufig repräsentativ sind.

5 Analyse der offenen Fragen

5.1 Inhaltlich strukturierende qualitative Inhaltsanalyse

Die im Fragebogen gestellten offenen Fragen wurden mithilfe der inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse nach Kuckartz und Rädiker (2022) ausgewertet. Diese beinhaltet sieben Phasen, die in Abbildung 14 dargestellt werden.

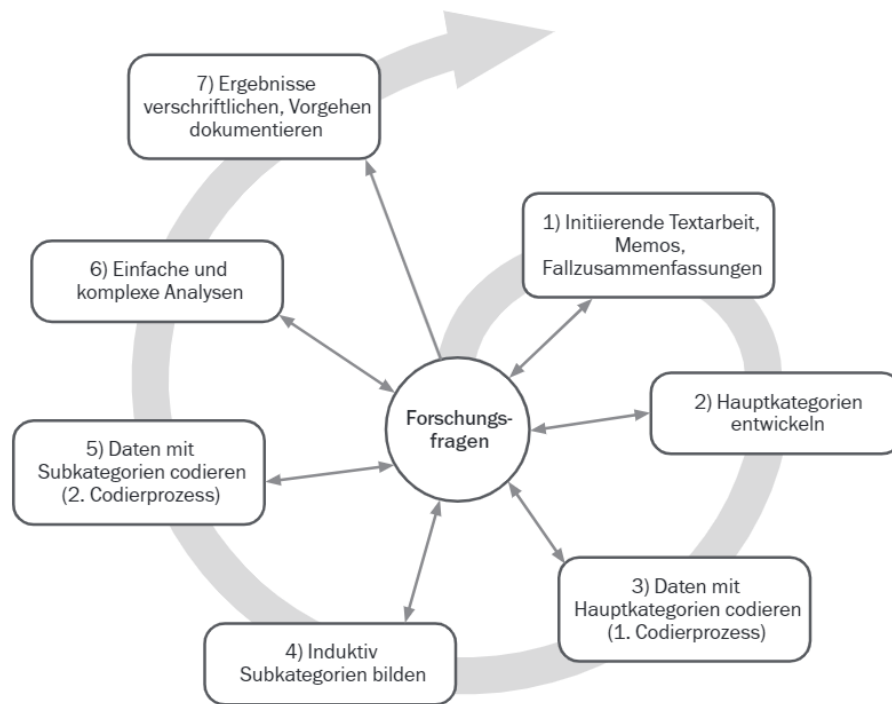


Abbildung 14: Ablauf einer inhaltlich strukturierenden qualitativen Inhaltsanalyse (Kuckartz & Rädiker, 2022, S. 132)

Die initiierende Textarbeit der ersten Phase erfolgte mithilfe des Programms MAXQDA. Ausgehend von der Forschungsfrage „Wie schätzen Lehrpersonen der Sekundarstufe I die Möglichkeiten und Grenzen des selbstregulierten Lernens im Mathematikunterricht ein?“ wurden nach Sichtung und Zusammenfassung des Materials zu jeder Frage induktiv Subkategorien entwickelt, die Hauptkategorien konnten bereits deduktiv aus den gestellten Fragen abgeleitet werden (z. B. Schwierigkeiten bei der Durchführung selbstregulativer Lernprozesse, Voraussetzungen für selbstregulative Lernprozesse). Wie bei Kuckartz & Rädiker (2022) kann eine Textstelle dabei auch mehr als einer Kategorie zugeordnet werden. Im nächsten Schritt wurden die zunächst allgemein formulierten Kategorien ausdifferenziert und zu den Hauptkategorien passende Subkategorien gebildet, die in weiterer Folge im zweiten Kodierungsprozess auf das Material angewendet wurden. Dabei gilt es die bereits mit den Hauptkategorien codierten Textstellen erneut zu durchlaufen und fallweise neue Subkategorien zu bilden. Abschließend wurden die Ergebnisse der Codierungsprozesse analysiert, wobei

einerseits eine kategorienbasierte Analyse entlang der Hauptkategorien (geleitet von den Fragen „Was wird zu diesem Thema alles gesagt?“ und „Was kommt nicht oder nur am Rande zur Sprache?“) durchgeführt wird und andererseits die Zusammenhänge zwischen Subkategorien und einer Hauptkategorie analysiert werden. Beim zweiten Punkt geht es um die gleichzeitige Erwähnung von mehreren Subkategorien innerhalb einer Hauptkategorie und inwiefern sich Muster bei den Antworten erkennen lassen (z. B.: Schwierigkeiten bei der Durchführung selbstregulativer Lernprozesse, Subkategorien: Zeit, Rahmenbedingungen, etc.). Durch tabellarische Darstellung gelingt es, eine Übersicht über die Kategorien zu schaffen.

5.2 Schwierigkeiten beim Einsatz von selbstreguliertem Lernen

Die Antworten auf die Frage

Beim selbstregulierten Lernen übernimmt der/die Lernende eigenständig Verantwortung über die Wahl seiner/ihrer Strategien und Ziele beim Lernen. Welche Schwierigkeiten sehen Sie bei der Umsetzung von selbstreguliertem Lernen in Ihrem Mathematikunterricht?

wurden in die Hauptkategorie „Schwierigkeiten bei der Durchführung selbstregulativer Lernprozesse“ eingeordnet. Dabei ließen sich wie in Tabelle 2 dargestellt folgende Subkategorien feststellen:

Subkategorie	Abgrenzung der jeweiligen Subkategorien	Beispiel
Subkategorie: Zeit	Umfasst Erwähnungen zu fehlender Zeit im Unterricht (mehr Wochenstunden, Doppelstunden, zu wenig Zeit aufgrund vorgegebener Prüfungen/SAs) bzw. zur Vorbereitungszeit	„[...] es braucht sehr viel Zeit im Unterricht und bei der Vorbereitung [...]“ (P31, Pos. 1)
Subkategorie: Lernende	Umfasst Erwähnungen zu Fertigkeiten der Lernenden, Einstellung der Lernenden oder passende Klassendynamik	„ungeduldige S, die sich auch nicht anstrengen wollen und einfach nur "Kochrezepte" fordern, viele haben kaum Interesse an Mathematik [...]“ (P33, Pos. 1)
Subkategorie: Rahmenbedingungen	Beinhaltet genannte systematische Rahmenbedingungen (Klassengröße, Teamteaching, Lehrplan, Testungen, Häufiger Lehrerwechsel ...)	„Lehrplan, Zentralmatura [...] (P24, Pos. 1)“, „Mangelndes Teamteaching bei großen Klassen.“ (P2, Pos. 1)

Tabelle 2: Subkategorien Schwierigkeiten bei der Durchführung selbstregulativer Lernprozesse

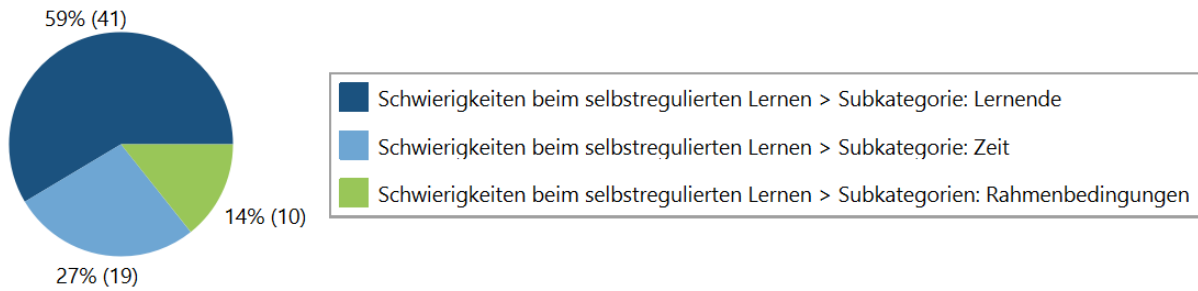


Abbildung 15: Häufigkeiten der Subkategorien (Schwierigkeiten beim selbstregulierten Lernen, eigene Abbildung)

In Abbildung 15 wird die Verteilung der Subkategorien veranschaulicht. Dabei zeigt sich, dass der Großteil der Befragten die Lernenden als Hindernis bei der Durchführung selbstregulierter Lernprozesse angegeben hat.

An dieser Stelle ist anzumerken, dass der Großteil der Befragten die Rolle des/der Lehrenden in diesem Zusammenhang außen vorlässt. Eine Ausnahme bilden etwa diese beiden Textstellen:

„Häufiger Lehrerwechsel, im Zuge dessen wird oft nicht auf selbstständiges Lernen geachtet bzw. als Ziel verfolgt.“ (P2, Pos. 1)

„Individualität muss von den [Lehrpersonen] zugelassen werden“ (P44, Pos. 1)

Auch fehlende Wissenskenntnisse zum Einsatz von Methoden zum selbstregulierten Lernen bleiben unerwähnt, obwohl 43 der 52 Teilnehmenden angegeben haben, im Laufe ihres Studiums nicht mit dieser Thematik konfrontiert worden zu sein. Wie jedoch im Abschnitt 5.3 deutlich wird, sehen hingegen einige der Befragten das Wissen der Lehrperson um selbstregulative Lernprozesse sehr wohl als Voraussetzung an.

Immer wieder genannt werden auch Probleme mit heterogenen Klassen. Bei P2 findet sich dazu eine Textstelle, die auch bei der Subkategorie Zeit codiert wurde:

„Vorbereitungszeit bei sehr heterogenen Klassen.“ (P2, Pos. 1)

Zudem weisen Formulierungen wie beispielsweise *„Einige könnten auf der Strecke bleiben“ (P36, Pos. 1)* darauf hin, dass Lehrpersonen selbstreguliertes Lernen nicht für alle Lernenden als geeignet erachten.

Zu ähnlichen Ergebnissen kam eine 2012 veröffentlichte Studie von Vandeveld, Vandenbussche & Van Keer (2012, S. 1566 f.). Dabei wurden 162 Lehrer/innen flämischer Primarschulen etwa über Schwierigkeiten bei der Durchführung selbstregulativer Lernprozesse befragt. Circa 40 % der Teilnehmenden gaben bei einer offenen Fragestellung nach „hampering factors of SRL practices“ *„Lack of time and work pressure“ (Lack of time to realize SRL practice due to an overloaded curriculum, too many side and after-school activities. SRL practices are time consuming and demand a lot of teachers, while they are already over tasked)*

als Schwierigkeit an. Am zweithäufigsten (bei knapp einem Drittel der Befragten) konnte von Vanvelde et al. (2012, S. 1567) die Kategorie “*Diversity*” (*Diversity between pupils regarding intelligence, prior knowledge, social background, home situation, self-confidence, and self-regulatory skills*) identifiziert werden. Weitere Kategorien, die im Zuge der Studie festgestellt werden konnten, sind unter anderem:

- *Practical and material barriers (Fixed time schedules, lack of space and means to integrate SRL, for example inappropriate textbooks and media)*
- *Group size (Large group sizes hamper the realization of SRL practices)*
- *Lack of familiarity (Lack of information regarding SRL, feelings of incompetence to stimulate SRL among primary school children)*

Zwar wurden bei dieser Studie die Antworten in differenziertere Kategorien als in Tabelle 2 eingeteilt, dennoch finden sich eindeutig Parallelen hinsichtlich der Ergebnisse. So werden bei beiden Umfragen von den Lehrenden vorrangig Aspekte erwähnt, die die Lernenden, die herrschenden Rahmenbedingungen und fehlende Zeit im Schulalltag betreffen. Jedoch konnte in der Studie von Vandeveld, Vandenbussche und Van Keer auch die Kategorie *Lack of familiarity* bei zumindest 11 % der Befragten identifiziert werden.

Betrachtet man die Antworten in Hinblick auf das Dienstalter, zeigt sich, dass vor allem Befragte mit zehn oder weniger Dienstjahren Rahmenbedingungen als Schwierigkeit benannt haben. Nur ein Bruchteil der Lehrenden mit mehr als zehn Dienstjahren sieht sie als Problem hinsichtlich der Durchführung selbstregulativer Lernprozesse. Interessanterweise wird wie in Tabelle 3 dargestellt die Subkategorie *Lernende* von allen Lehrpersonen, unabhängig von der Diensterfahrung am häufigsten genannt (bei Lehrenden mit 11 bis 20 Jahren Diensterfahrung gleich oft wie die Subkategorie Zeit).

	1. Dienstjahr	2 - 5 Jahre	6 - 10 Jahre	11 - 20 Jahre	Mehr als 20 Jahre
Subkategorie: Lernende	66,70%	88,90%	80,00%	43,80%	54,50%
Subkategorie: Rahmenbedingungen	16,70%	22,20%	20,00%	6,30%	9,10%
Subkategorie: Zeit	33,30%	33,30%	20,00%	43,80%	27,30%

Tabelle 3: Verteilung der Subkategorien Schwierigkeiten beim selbstregulativen Lernen nach Dienstalter

5.2.1 Subkategorie Zeit

Die Subkategorie Zeit konnte rasch ermittelt werden, da sie von den Befragten oftmals als alleinige Schwierigkeit genannt wurde, wie etwa durch dieses Beispiel deutlich wird:

„Im Unterricht [ist] einfach zu wenig Zeit. Im Frontalunterricht bekomme ich oft 5x so viele [Aufgaben] samt Erklärungen unter.“ (P45, Pos. 1)

Einige der Teilnehmenden beantworten diese Frage lediglich in Stichwörtern, beispielsweise *„die fehlende Zeit“* (P25, Pos. 1), *„Zeitmangel“* (P28, Pos. 1) oder *„Zeitfaktor“* (P17, Pos. 1). Hin und wieder wird dabei auch spezifiziert, ob die Unterrichtszeit oder die Vorbereitungszeit gemeint wird. Anzumerken ist dabei auch, dass einige Befragte den Faktor Zeit mit einer weiteren Kategorie verknüpfen respektive sie dadurch begründen. P13 führt die Zeitprobleme beispielsweise auf die Fähigkeiten der Lernenden zurück:

„Selbstreguliertes Lernen kann immer nur abschnittsweise erfolgen, da es viel Zeit erfordert und nicht alle Schüler kognitiv dazu in der Lage sind.“ (P13, Pos. 1)

P31 hingegen zieht eine Verbindung zur Subkategorie Rahmenbedingungen und nennt als Beispiele den Lehrplan und die Matura:

„[...] es braucht sehr viel Zeit im Unterricht und bei der Vorbereitung, der Lehrplan ist voll gestopft mit Pflichtthemen, die behandelt werden müssen, in der Oberstufe muss man die SuS auf die Matura "hintrainieren".“ (P31, Pos. 1)

5.2.2 Subkategorie Lernende

Es zeigt sich, dass diese Subkategorie die meisten Textstellen beinhaltet. Die Umfrageteilnehmenden gaben oftmals ihre Schülerinnen und Schüler als ‚Schwierigkeit‘ bei der Durchführung selbstregulierter Lernphasen an:

„Die meisten SuS wollen sich nicht selber etwas erarbeiten, sondern alles präsentiert bekommen. Sie lassen sich zu wenig darauf ein, Angaben und Aufträge zu bearbeiten. Sie tun sich dabei vor allem beim Lesen und Befolgen von Arbeitsaufträgen ohne Unterstützung sehr schwer.“ (P15, Pos. 1)

Bei dieser Antwort werden bereits einige Aspekte erwähnt, die von mehreren der befragten Lehrpersonen angegeben wurden. Darunter fällt einerseits die fehlende Motivation der Lernenden, die mangelnde Lesekompetenz sowie Probleme beim selbstständigen Arbeiten ohne Unterstützung. Weitere Faktoren, die in Subkategorie Lernende fallen, sind mathematische Kompetenzen sowie fehlende Strategien der Schülerinnen und Schüler, aber auch deren fehlendes Interesse an der Mathematik:

„SuS haben verfügen über keine Strategien zum eigenständigen Lernen.“ (P47, Pos. 1)

„Den Kinder[n] fehlt es [an] ganz [...] grundlegendem mathematischen Verständnis.“ (P16, Pos. 1)

„[...] viele haben kaum Interesse an Mathematik.“ (P33, Pos. 1)

5.2.3 Subkategorie Rahmenbedingungen

Ein Aspekt, der von einigen der Befragten in dieser Subkategorie angesprochen wird, ist der Lehrplan beziehungsweise der zu unterrichtende Stoff:

„[...] der Lehrplan ist voll gestopft mit Pflichtthemen, die behandelt werden müssen, in der Oberstufe muss man die SuS auf die Matura "hintrainieren" [...].“ (P31, Pos. 1)

„Viel Stoff - speziell in manchen Schulstufen [...]“ (P51, Pos. 1)

Ein weiterer Gesichtspunkt, der in dieser Textstelle erwähnt wird, ist die Matura. Die Zentralmatura sowie andere Testungen werden insgesamt von vier der Befragten erwähnt. Eine Person (P2) spricht zudem das mangelnde Teamteaching als Schwierigkeit an:

„[...] Mangelndes Teamteaching bei großen Klassen. [...]“ (P2, Pos. 1)

5.3 Voraussetzungen für das Gelingen selbstregulierter Lernprozesse

Die Befragten gaben vielfältige Voraussetzungen für erfolgreiches selbstreguliertes Lernen im Mathematikunterricht an. Dazu gehören etwa kleine Klassengrößen, passende Klassendynamik, und eine angenehme Lernumgebung. Lehrende sollten bereits ab der ersten Klasse damit beginnen und die Schülerinnen und Schüler langsam an selbstregulierte Lernprozesse heranführen. Eine Festigung der Basiskompetenzen sowie Motivation und Eigeninitiative der Lernenden sind ebenfalls von Bedeutung. Ein weiterer Aspekt, der von vielen erwähnt wird, ist der Faktor Zeit. In Tabelle 4 findet sich eine Übersicht der ermittelten Subkategorien. Auffallend ist, dass erneut die Subkategorien Rahmenbedingungen, Lernende und Zeit identifiziert werden konnten (vgl. Abschnitt 5.2). Abbildung 16 zeigt dazu die Verteilung der analysierten Subkategorien. Die Subkategorie Rahmenbedingungen wird von den Befragten am häufigsten genannt, knapp dahinter folgt die Subkategorie Zeit.

Subkategorie	Abgrenzung der jeweiligen Subkategorien	Beispiel
Subkategorie: Rahmenbedingungen	Beinhaltet genannte systematische Rahmenbedingungen (Klassengröße, Teamteaching, Lehrplan, Testungen, Häufiger Lehrerwechsel ...)	„Weniger Kinder in einer Klasse, mehr Personal, weniger Stoff im [Lehrplan]“ (P16, Pos. 2)
Subkategorie: Lernende	Umfasst Ausführungen, die Lernende betreffen (Motivation, Interesse, Fähigkeiten, Arbeitsatmosphäre ...)	„[...] ruhige Arbeitslautstärke, Motivation“ (P51, Pos. 2)
Subkategorie: Zeit	Umfasst Erwähnungen zu Zeit (mehr Zeit, Doppelstunden, mehr Mathematikstunden, ...)	„Mehr Mathematik Stunden = Zeit, mit [zwei] Wochenstunden auf Dauer schwer durchführbar“ (P49, Pos. 2)
Subkategorie: Lehrende	Umfasst Nennungen von Fähigkeiten oder Handlungen des Lehrenden (Vorbereitung, Wissen über Selbstreguliertes Lernen, ...)	„Struktur im Unterricht, selbstreguliertes Lernen muss langsam [herangeführt] werden“ (P12, Pos. 2)

Tabelle 4: Subkategorien Voraussetzungen für das Gelingen selbstregulativer Lernprozesse

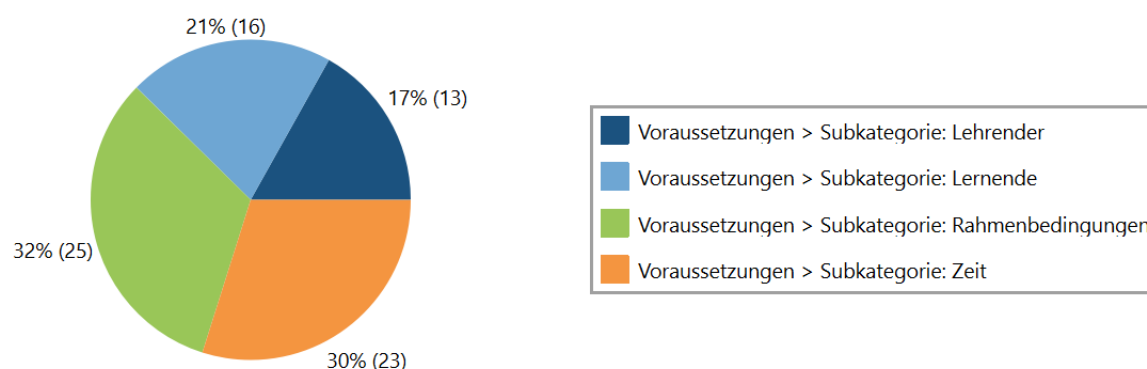


Abbildung 16: Häufigkeiten der Subkategorien (Voraussetzungen, eigene Abbildung)

Werden die Antworten hinsichtlich der Schultypen, an denen die Befragten unterrichten, betrachtet, zeigt sich, dass die Subkategorien bei Lehrenden an Mittelschulen annähernd gleich häufig genannt wurden. Bei den beiden anderen Schulformen (berufsbildende höhere Schulen sowie Gymnasien) zeigt sich hingegen ein anderes Bild: Von Lehrenden an Gymnasien wird vorrangig Zeit, gefolgt von Rahmenbindungen als Voraussetzung genannt. Lehrer/innen berufsbildender Schulen erwähnten ebenfalls diese beiden Aspekte am häufigsten, wie in Tabelle 5 ersichtlich wird.

	Berufsbildende höhere Schulen	Gymnasium (Unterstufe und Oberstufe)	Mittelschule	Total
Subkategorie: Rahmenbedingungen	57,10%	42,90%	36,70%	40,40%
Subkategorie: Lehrender	14,30%	21,40%	26,70%	23,10%
Subkategorie: Zeit	42,90%	71,40%	33,30%	44,20%
Subkategorie: Lernende	28,60%	14,30%	33,30%	26,90%
Anzahl der Befragten	7	15	30	52

Tabelle 5: Verteilung der Subkategorien Voraussetzungen für das Gelingen selbstregulativer Lernprozesse nach Schulart

5.3.1 Subkategorie Rahmenbedingungen

Passende Rahmenbedingungen werden von einem Großteil der befragten Lehrpersonen als essentielle Voraussetzung genannt. Dazu zählen beispielsweise die Klassengröße oder Teamteaching, wie etwa aus folgender Aussage hervorgeht:

„Teamteaching oder weniger SuS in einer Klasse, um im Bedarfsfall gezielt individuell unterstützen zu können.“ (P39, Pos. 2)

Auch immer wieder wird eine angenehme Lernatmosphäre sowie passende Ausstattung thematisiert:

„[...] eine angenehmer Lernatmosphäre wäre begrüßenswert (Lernwaben mit Schallschutz, runde Tische fürs gemeinsame Arbeiten, Raum für Bewegung und Pausen zwischendurch, sanfte Farben, etc.).“ (P8, Pos. 2)

Genügend Raum zur Durchführung wird von zumindest zwei Lehrpersonen explizit erwähnt, wobei P36 in diesem Zusammenhang auch die Notwendigkeit von ausreichend Personal zum Thema macht:

„Räumliche Gegebenheiten unter Berücksichtigung der Aufsicht.“ (P36, Pos. 2)

Ein weiterer Aspekt, der auch bei der Frage nach den Schwierigkeiten genannt wurde, ist der Lehrplan, wie etwa von P31 erwähnt wird: „*mehr Freiraum im Lehrplan*“ (P31, Pos. 2).

5.3.2 Subkategorie Lernende

Es konnten zumindest 15 Textstellen identifiziert werden, die die Fähigkeiten und die Einstellung der Lernenden als Voraussetzung zur Durchführung selbstregulierter Lernprozesse thematisieren. Dabei wird mehrmals Motivation (siehe beispielsweise P2, P48, oder P51) oder „*Eigeninitiative*“ (P52, Pos. 2) erwähnt. An dieser Stelle sei angemerkt, dass bei der alleinigen Erwähnung von „Motivation“ (ohne nähere Erläuterungen) als Voraussetzung sowohl eine Zuordnung zur Subkategorie Lernende als auch Lehrende geschehen ist.

Ein weiterer Aspekt, der jedoch weitaus weniger als bei den Schwierigkeiten der Durchführung selbstregulierter Lernprozesse erwähnt wird, umfasst die Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler. Die genannten Fähigkeiten lassen sich einerseits in mathematische, andererseits in Kenntnisse zum selbstregulierten Lernen selbst einteilen, wie aus den folgenden Textstellen hervorgeht:

„*Festigung der [Basiskompetenzen]*“ (P11, Pos. 2)

„*grundlegende mathematische Kenntnisse*“ (P19, Pos. 2)

„*SuS müssen wissen, wie selbstständig gelernt wird.*“ (P47, Pos. 2)

5.3.3 Subkategorie Zeit

Der Faktor Zeit wurde von 23 der befragten Lehrpersonen als Voraussetzung für die Durchführung von selbstreguliertem Lernen genannt. Dabei wird ausschließlich mehr Unterrichtszeit gefordert, die Vorbereitungszeit bleibt unerwähnt. Es werden auf der einen Seite mehr Wochenstunden thematisiert, auf der anderen Seite Doppelstunden.

„*Mehr Möglichkeiten Mathematik auch in [geblockten] Zeiten also in Doppelstunden zu unterrichten, damit man sich länger Zeit nehmen kann für einen Lernblock.*“ (P32, Pos. 2)

„*Öfter mal eine Doppelstunde Mathematik!*“ (P20, Pos. 2)

„*Mehr Mathematik Stunden = Zeit, mit [zwei] Wochenstunden auf Dauer schwer durchführbar.*“ (P49, Pos. 2)

5.3.4 Subkategorie Lehrende

Wie bereits im Abschnitt 5.2 erwähnt, wird die Rolle der Lehrenden im Zusammenhang mit den Schwierigkeiten der Durchführung von selbstreguliertem Lernen lediglich zweimal genannt. Im Vergleich dazu konnten 13 Textstellen ausgemacht werden, bei denen die Lehrperson als Voraussetzung für das Gelingen selbstregulativer Unterrichtssequenzen gesehen wird. Bei vier dieser Stellen handelt es sich um die alleinige Erwähnung von „*Motivation*“ (P19, P29 und P51) beziehungsweise „*Motivation und Ziele*“ (P27), die wie bereits erwähnt sowohl zur Subkategorie Lernende als auch Lehrende zugeordnet wurden.

P42 definiert dagegen klar die Rolle des Lehrenden und nennt sie als alleinige Voraussetzung:

„Klare Regeln, Unterstützung und Motivation des Lehrendens, Überprüfung des Arbeitsfortschritts, Hilfestellung.“ (P42, Pos. 2)

Weiters thematisiert wird jedoch auch das Wissen der Lehrenden über selbstreguliertes Lernen (P24), die Vorbereitung (P3 und P4) oder das Hinführen der Schülerinnen und Schüler zu solchen Lernprozessen, das von drei Lehrpersonen erwähnt wird:

„[...] selbstreguliertes Lernen muss langsam [herangeführt] werden“ (P12, Pos. 2)

„Es muss auch in anderen Gegenständen passieren, dass die Schüler bereits mit der Methode vertraut sind.“ (P8, Pos. 2)

„1. Im Idealfall kommt selbstreguliertes Lernen in mehreren Fächern zum Einsatz. 2. Lehrer sollten die Schüler ab der ersten Klasse (VS, Sek 1/2 o.a. haben) und nicht erst in einer anderen Schulstufe einsteigen - selbstständiges Lernen nach jahrelangem Frontalunterricht einzuführen ist nicht leicht.“ (P2, Pos. 2)

5.4 Einsatz von selbstregulativen Lernprozessen in der Praxis

Die Teilnehmenden wurden im zweiten und dritten Abschnitt des Fragebogens über den konkreten Einsatz von selbstregulativen Prozessen in ihrem Unterricht befragt. Dabei zielten die Fragen 7 bis 14 auf allgemeine selbstregulative Prozesse und 15 bis 21 auf den Einsatz von Problemlöse- und Modellierungsaufgaben ab.

Allgemein lässt sich feststellen, dass nahezu alle der teilnehmenden Lehrer/innen selbstreguliertem Lernen gegenüber durchaus offen sind (siehe Frage 7 bis Frage 14 im

Anhang). Darauf weist auch der hohe Indexwert in diesem Bereich hin, auf den näher in Abschnitt 5.5.1 eingegangen wird.

Exemplarisch sollen an dieser Stelle die Antworten der Items 7 „*Ich bespreche mit meinen Schüler/innen, wie sie am besten selbstständig lernen können.*“ und 8 „*Falls ja, in welcher Form geschieht dies? (Punktuell, kontinuierlich, werden spezielle Materialien verwendet?)*“ vorgestellt werden. Wie in Tabelle 6 dargestellt, haben die meisten der Befragten diese Frage durchaus positiv beantwortet. Wird das Geschlecht der Teilnehmenden bei der Auswertung berücksichtigt, wird deutlich, dass Frauen bei diesem Item tendenziell positiver geantwortet haben.

Q7 Ich bespreche mit meinen Schüler/innen, wie sie am besten selbstständig lernen können.

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	1 Stimme überhaupt nicht zu	1	1,9	1,9	1,9
	2 Stimme eher nicht zu	5	9,6	9,6	11,5
	3 Stimme eher zu	33	63,5	63,5	75,0
	4 Stimme voll und ganz zu	13	25,0	25,0	100,0
	Gesamt	52	100,0	100,0	

Tabelle 6: Verteilung der Antworten auf Item 7

Bei der folgenden offenen Fragestellung haben 17 der 52 Befragten angegeben, punktuell mit ihren Schülerinnen und Schülern zu besprechen, wie sie am besten selbstständig lernen können. Dabei wurde von den meisten erwähnt, darüber vor allem vor Schularbeiten zu sprechen. Zwölf Personen machen dies hingegen kontinuierlich, etwa durch regelmäßige Feedbackgespräche mit den Lernenden (etwa „*Regelmäßige [Einzelgespräche] [...]*“ (P6, Pos. 3) oder „*Regelmäßiges Besprechen im Unterricht, wie eigenständig gelernt werden kann.*“ (P24, Pos. 3)). Interessant ist, dass alle männlichen Teilnehmer, die diese Frage beantwortet haben, angegeben haben, nur punktuell ihren Schülerinnen und Schülern über selbstständiges Lernen zu sprechen. Bei den weiblichen Befragten waren die Anzahlen der Antwortkategorien hingegen ausgeglichen.

Durch Analyse der Items 15 bis 21 konnte festgestellt werden, dass nahezu alle befragten Lehrer/innen zumindest hin und wieder mit Problemlöseaufgaben¹ und Modellierungsaufgaben arbeiten. Die Items 15 und 19 zielten konkret auf den Einsatz dieser Aufgabenstellungen ab.

¹ Problemlöseaufgaben wurden für die Teilnehmenden folgendermaßen definiert: Problemlöseaufgaben unterscheiden sich insofern von Routineaufgaben, als dass eine „Barriere“ (Analysieren der Aufgabe, Lösen in mehreren Schritten, ...) ein direktes Lösen der Aufgabe verhindert.

Dabei wird deutlich, dass die Antworten auf das Item Q19 positiver ausgefallen sind (vgl. Tabelle 7 und Tabelle 8).

Q15 Ich arbeite im Mathematikunterricht mit Aufgaben, bei denen meine Schüler/innen Probleme lösen müssen

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	1 Stimme überhaupt nicht zu	1	1,9	2,0	2,0
	2 Stimme eher nicht zu	12	23,1	24,5	26,5
	3 Stimme eher zu	26	50,0	53,1	79,6
	4 Stimme voll und ganz zu	10	19,2	20,4	100,0
	Gesamt	49	94,2	100,0	
Fehlend	-9	3	5,8		
Gesamt		52	100,0		

Tabelle 7: Verteilung der Antworten bei Q15

Q19 Mir ist es wichtig, dass meine Schüler/innen Alltagssituationen in mathematische Modelle übersetzen können.

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	1 Stimme überhaupt nicht zu	1	1,9	1,9	1,9
	2 Stimme eher nicht zu	2	3,8	3,8	5,8
	3 Stimme eher zu	20	38,5	38,5	44,2
	4 Stimme voll und ganz zu	29	55,8	55,8	100,0
	Gesamt	52	100,0	100,0	

Tabelle 8: Verteilung der Antworten bei Q19

Die Frage, wie oft Problemlöseausgabe konkret eingesetzt werden, haben zwölf Personen mit „(eher) selten“ beantwortet. Zehn der Umfrageteilnehmenden setzen Problemlöseaufgaben häufig ein – zumindest einmal pro Thema, wöchentlich oder sogar fast in jeder Stunde. Die meisten der Befragten verwenden Problemlöseaufgaben im Zuge von Übungsphasen. Andere genannte Einsatzgebiete sind etwa offene Arbeitsphasen („*Selbständiges Arbeiten alleine oder in Gruppen*“ (P37, Pos. 7), „*Projektunterricht*“ (P45, Pos. 45)), Einstiege oder als „*Bonusaufgabe für schnellere Schüler am Ende eines Themengebiets*“ (P9, Pos. 6). Interessanterweise geben die Befragte unabhängig vom Schultyp an, dass sie aufgrund des Leistungsniveaus ihrer Schüler/innen Problemlöseaufgaben eher selten anwenden:

- „*sehr abhängig von der Leistungsfähigkeit der Klasse [...].*“ (P9, Pos. 5, Schultyp: berufsbildende höhere Schule)
- „*Selten da ein Großteil der SuS damit überfordert ist.*“ (P45, Pos. 6, Schultyp: Gymnasium)
- *selten, eher in der Übungsphase mit stärkeren SuS.*“ (P3, Pos. 7, Schultyp: Mittelschule)

5.5 Analyse der Indexwerte

Um bestimmte Aspekte, die im Fragebogen thematisiert wurden, näher analysieren zu können, wurden ausgewählte Variablen zu einer Kennzahl (Index) zusammengefasst. Nach Latcheva und Davidov (2019, S. 893 ff) versteht man unter dem Begriff *Index* das Zusammenfassen mehrerer einzelner Indikatoren zu einer neuen Variable. Es handelt sich dabei um ein Auswertungsverfahren, durch das es zu einer Datenreduktion kommt.

Nach erster Durchsicht der Antworten wurden mithilfe von SPSS zwei Indexe gebildet: *Einsatz von selbstregulierten Lernprozessen* und *Einsatz von Problemlöse- und Modellierungsaufgaben*. Diese Gruppierungen spiegeln sich auch in den Abschnitten des Fragebogens wider. Die gewählten Indexe werden einerseits in Hinblick auf statistische Merkmale analysiert, andererseits wird der Zusammenhang zwischen befragten Personengruppen und deren Antworten dargelegt.

Für die Bewertung der Indexe wurden den Antwortmöglichkeiten „Stimme überhaupt nicht zu“ (= 1), „Stimme eher nicht zu“ (= 2), „Stimme eher zu“ (= 3) und „Stimme voll und ganz zu“ (= 4) Werte zwischen eins und vier zugeordnet. Aus den Antworten einer Person zu den Fragestellungen des jeweiligen Indexes kann somit ein Durchschnittswert (arithmetisches Mittel) berechnet werden. Die Daten werden in diesem Zusammenhang als quasi-metrisch skaliert aufgefasst (Völkl & Korb, 2018, S. 20).

5.5.1 Einsatz von selbstregulierten Lernprozessen

Für diesen Index wurden folgende Items aus dem Abschnitt „Einsatz selbstregulativer Prozesse im Unterricht“ ausgewählt, wobei bei Frage 11 die Antwortskala umgepolt wurde:

(Q7) Ich bespreche mit meinen Schüler/innen, wie sie am besten selbstständig lernen können.

(Q9) Ich versuche, meinen Schüler/innen verschiedene Strategien beizubringen, um Aufgaben lösen zu können.

(Q10) Ich lasse meine Schüler/innen ihre Gedankenwege bzw. Lösungswege genau erklären.

(Q11) Ich bevorzuge es, meinen Schüler/innen einen einheitlichen Lösungsweg vorzugeben.
(umgepolte Antwortskala)

(Q12) Ich lasse zu, dass meine Schüler/innen eigene Lösungswege bei der Bearbeitung einer Aufgabe finden.

(Q14) Mir ist es wichtig, dass die Schüler/innen bei der Bearbeitung eines Auftrages zwischendurch prüfen, ob sie auf dem richtigen Weg sind.

Tabelle 9 zeigt die berechneten durchschnittlichen Indexwerte und ihre Häufigkeitsverteilung.

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig ²	2,33	1	1,9	2,1	2,1
	2,50	2	3,8	4,2	6,3
	2,67	1	1,9	2,1	8,3
	2,83	4	7,7	8,3	16,7
	3,00	7	13,5	14,6	31,3
	3,17	7	13,5	14,6	45,8
	3,33	10	19,2	20,8	66,7
	3,50	7	13,5	14,6	81,3
	3,67	7	13,5	14,6	95,8
	3,83	2	3,8	4,2	100,0
	Gesamt	48	92,3	100,0	
Fehlend ³	System	4	7,7		
Gesamt		52	100,0		

Tabelle 9: Indexwerte „Einsatz von selbstregulierten Lernprozessen“

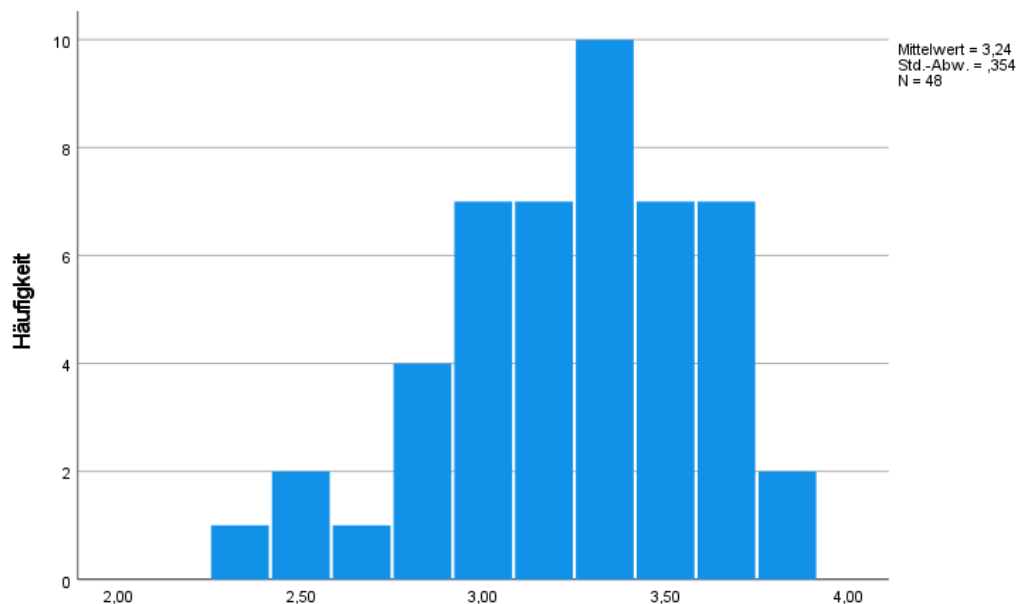


Abbildung 17: Einsatz von selbstregulierten Lernprozessen (eigene Abbildung)

² Berechnete Indexwerte

³ Ergibt sich aus den Antworten von Teilnehmenden, die bei zumindest einer der ausgewählten Fragestellungen „Keine Angabe“ auswählten.

In Abbildung 17 wird die Verteilung der ermittelten Indexwerten dargestellt. Der Mittelwert von 3,24 zeigt, dass die durchschnittliche Ausprägung des Index relativ hoch ist, was auch bei Betrachtung der Tabelle und des Diagramms deutlich wird. Die Standardabweichung ist mit 0,354 relativ gering, was darauf hindeutet, dass die Indexwerte tendenziell nahe beim Mittelwert liegen. Aus diesen Kennzahlen lässt sich schließen, dass der Großteil der Teilnehmenden versucht, selbstregulierte Lernprozesse im Unterricht zu integrieren. Ein ähnliches Ergebnis lieferte auch die Studie von Dignath-van Ewijk und van der Werf (2012, S. 7), bei der nur sieben der 45 befragten Primarstufenlehrer/innen angaben, keine Aspekte des selbstregulierten Lernens in ihren Unterricht zu integrieren.

Jedoch weist der zugehörige Cronbachs Alpha-Wert von 0,548 auf eine niedrige interne Konsistenz des Indexes hin. Das könnte darin begründet sein, dass die befragten Lehrpersonen nicht alle Aspekte des selbstregulierten Lernens in ihrem Unterricht einsetzen, sondern nur auswählte.

Weiters lässt sich feststellen, dass der Mittelwert der Indizes der weiblichen Teilnehmenden mit 3,28 leicht höher ist als der Mittelwert der männlichen Teilnehmenden (3,13). Betrachtet man hingegen die Indizes im Hinblick auf die Schulform, an der die Befragten unterrichten, zeigt sich, dass der der Lehrer/innen an berufsbildenden höheren Schulen (3,39) und an Gymnasien (3,36) wesentlich höher ist als der der Lehrer/innen an Mittelschulen (3,15). Auf die Bestimmung der Signifikanz wird an dieser Stelle verzichtet, da aufgrund der geringen Gruppengröße dieser explorativen Studie die Voraussetzungen für einen Signifikanztest nicht gegeben sind.

5.5.2 Einsatz von Problemlöse- und Modellierungsaufgaben

Für die Erstellung dieses Indexes wurden folgende Items ausgewählt:

(Q15) Ich arbeite im Mathematikunterricht mit Aufgaben, bei denen meine Schüler/innen Probleme lösen müssen.

(Q18) Ich lege Wert darauf, dass meine Schüler/innen mathematisch argumentieren können.

(Q19) Mir ist es wichtig, dass meine Schüler/innen Alltagssituationen in mathematische Modelle übersetzen können.

(Q20) Mathematikunterricht bedeutet für mich unter anderem, Schüler/innen zum Nachdenken über mathematische Zusammenhänge zu bringen.

Tabelle 10 zeigt die Häufigkeitsauswertung der gültigen Indizes.

		Häufigkeit	Prozent	Gültige Prozente	Kumulierte Prozente
Gültig	2,25	3	5,8	6,3	6,3
	2,75	1	1,9	2,1	8,3
	3,00	7	13,5	14,6	22,9
	3,25	11	21,2	22,9	45,8
	3,50	11	21,2	22,9	68,8
	3,75	9	17,3	18,8	87,5
	4,00	6	11,5	12,5	100,0
	Gesamt	48	92,3	100,0	
Fehlend	System	4	7,7		
Gesamt		52	100,0		

Tabelle 10: Index „Einsatz von Problemlöse- und Modellierungsaufgaben“

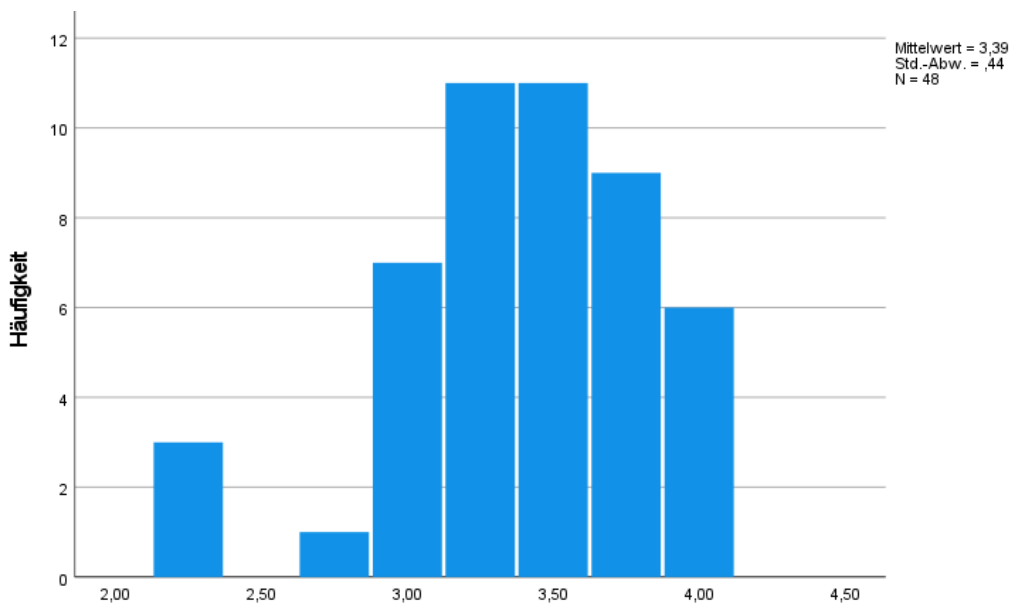


Abbildung 18: Einsatz von Problemlöse- und Modellierungsaufgaben (eigene Abbildung)

Abbildung 18 zeigt die Verteilung der Indexwerte. Der Mittelwert ist mit 3,39 erneut recht hoch, jedoch weist dieser Index eine etwas höhere Standardabweichung (0,44) auf. Der berechnete Cronbachs Alpha Wert von 0,667 weist auf eine relativ hohe Konsistenz des Indexes hin. Aus den ermittelten Werten kann man ableiten, dass ein Großteil der Befragten Problemlöse- und Modellierungsaufgaben (die eng in Verbindung mit selbstregulierten Lernprozessen stehen) in ihrem Unterricht einsetzt.

Im Vergleich zwischen männlichen (3,46) und weiblichen (3,36) Lehrenden lässt sich nur ein geringer Unterschied erkennen. Werden die Indexwerte nach Schulart betrachtet, ergibt sich ein ähnliches Bild wie beim Index „Einsatz von selbstregulierten Lernprozessen“. Lehrer/innen berufsbildender Schulen (Indexwert 3,50) und Gymnasien (Indexwert 3,47) gaben positivere Antworten als die Befragten, die an Mittelschulen unterrichten (Indexwert 3,31).

6 Conclusio und Ausblick

Die vorliegende Forschungsarbeit hat sich intensiv mit zentralen Fragen rund um das selbstregulierte Lernen im Mathematikunterricht in der Sekundarstufe auseinandergesetzt. Durch die Untersuchung verschiedener Gesichtspunkte dieses pädagogischen Ansatzes konnte ein Einblick in die zentralen Aspekte wie Metakognition, Selbst- und Fremdregulation sowie verschiedene Modelle und Strategien gewährt werden. Das theoretische Gerüst, das der Definition des Selbstregulation in dieser Arbeit zugrunde liegt, basiert vorrangig auf den Komponenten Selbst, Regulation und Lernen nach Götz (2017).

Im konkreten Fall des Mathematikunterrichts zeigt die Literatur (Bruder, 2005), dass sich das Erlernen von selbstregulativen Strategien als äußerst bedeutsam erweist und zahlreiche Vorteile für die Lernenden mit sich bringt. Diese schließen eine gesteigerte Selbstmotivation ein, während die Schülerinnen und Schüler verschiedene heuristische Strategien kennenlernen. Darüber hinaus ermöglicht die Auseinandersetzung mit selbstregulativem Lernen den Umgang mit Fehlern, fördert die Übernahme von Verantwortung für den eigenen Lernprozess und gewöhnt die Lernenden an strukturiertes Arbeiten. Die entwickelten Techniken unterstützen sie dabei, ihr eigenes Lernen effektiver zu gestalten. Besonders im Mathematikunterricht sind Selbstregulationsstrategien zu Zielsetzung, Monitoring, Planung, Evaluation, Motivation von Bedeutung. Zum Einsatz kommen diese z. B. bei Problemlöse- und bei Modellierungsaufgaben. Beim Einsatz dieser Aufgabentypen werden verschiedene Heuristiken, Lösungsstrategien sowie die Reflexionsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler gefördert. Durch den Einsatz von Hilfsmitteln wie Strategieschlüsseln können Erfolgserlebnisse für alle Lernenden ermöglicht werden. Außerdem schafft der Einsatz realitätsbezogener Aufgaben eine Verbindung der Mathematik zu anderen Anwendungsbereichen und fördert damit das Verständnis der Disziplin im Kontext der „restlichen Welt“.

Die Forschungsfrage hinsichtlich der Einschätzung der Möglichkeiten und Grenzen des selbstregulierten Lernens im Mathematikunterricht von Lehrpersonen der Sekundarstufe wird durch die vorliegenden Ergebnisse des Fragebogens aufschlussreich beantwortet. Aus den Antworten der 52 Lehrpersonen konnten Zeitmangel, heterogene Lerngruppen, mangelnde Lese- und mathematische Kompetenzen sowie Schwierigkeiten beim selbstständigen Lernen und fehlendes Interesse als wichtigste Hindernisse für die Umsetzung selbstregulativer Lernprozesse identifiziert werden. So konnten aus den Antworten der befragten Lehrpersonen die Subkategorien Zeit, Lernende und Rahmenbedingungen identifiziert werden. Dabei wurden

vor allem heterogene Lerngruppen, mangelnde Lese- und mathematische Kompetenzen sowie Schwierigkeiten beim selbstständigen Lernen und fehlendes Interesse als Hindernis für die Durchführung selbstregulativer Lernprozesse genannt. Die Auswertung nach Dienstalter zeigt zudem, dass die befragten Lehrkräfte mit zehn oder weniger Dienstjahren vorwiegend die herrschenden Rahmenbedingungen als Herausforderung beim selbstregulierten Lernen sehen. Im Gegensatz dazu schätzt nur ein kleiner Teil der Lehrenden mit über zehn Dienstjahren diese Bedingungen als problematisch für die erfolgreiche Umsetzung selbstregulativer Lernprozesse ein. Zudem konnte festgestellt werden, dass ähnliche Studien (Vandavelde, Vandenbussche & Van Keer, 2012) zu vergleichbaren Ergebnissen gekommen sind. Ein wesentlicher Unterschied zu der Untersuchung von Vandavelde, Vandenbussche & Van Keer (2012) ist jedoch, dass die Kompetenz der Lehrperson als Schwierigkeit von den Befragten nahezu unerwähnt blieb.

Im Kontext der Voraussetzungen für selbstreguliertes Lernen im Mathematikunterricht wurden die Subkategorien Rahmenbedingungen, Lernende, Zeit und Lehrende herausgearbeitet. Betrachtet man die Antworten nach Schultyp, an denen die Befragten unterrichten, zeigt sich, dass von Mittelschullehrer/innen alle Subkategorien etwa gleich häufig genannt wurden, von Lehrenden an Gymnasien und berufsbildenden höheren Schulen hingegen vorrangig Zeit und Rahmenbedingungen als Voraussetzungen erwähnt wurden.

Grundsätzlich konnte eine überwiegende positive Einstellung gegenüber dem Einsatz selbstregulativer Lernprozesse unter den befragten Mathematiklehrer/innen festgestellt werden. Der Großteil der Befragten hat angegeben, dass Strategien zum selbstständigen Lernen besprochen werden und dass mit Problemlöse- und Modellierungsaufgaben gearbeitet wird. In diesem Zusammenhang wurden zwei Indexwerte erstellt, die die Antworten mehrerer Fragen zusammenfassen. Dabei hat sich gezeigt, dass die Mehrheit der Befragten versucht, selbstregulierte Lernprozesse im Unterricht zu integrieren, was auch mit den Ergebnissen von vergleichbaren Studien (Dignath-van Ewijk & van der Werf, 2012) übereinstimmt.

Mit den gewonnenen Erkenntnissen aus den Ergebnissen des Fragebogens eröffnen sich interessante Perspektiven für zukünftige Forschung im Bereich selbstregulierten Lernens im Mathematikunterricht. Abschließend muss jedoch an dieser Stelle nochmals betont werden, dass die Aussagekraft der vorliegenden Ergebnisse aufgrund der Teilnehmendenzahl von 52 Personen beschränkt ist, was bei einer Generalisierung und Übertragung auf die Gesamtheit der Lehrkräfte berücksichtigt werden muss. Jedoch konnte festgestellt werden, dass andere Studien,

bei denen Lehrkräfte zu selbstreguliertem Lernen befragt wurden, zu ähnlichen Ergebnissen kamen.

Ein vielversprechender Ansatz für weiterführende Forschung könnte die Durchführung einer umfangreicheren Studie mit einer größeren und vielfältigeren Stichprobe sein. Dadurch kann eine umfassendere Einsicht in die Thematik gewährleistet und potenzielle Nuancen in den Ergebnissen erfasst werden. Spezifische Schwerpunkte könnten beispielsweise auf die Rolle der Lehrperson im Kontext des selbstregulierten Lernens sowie auf die Herausforderungen, die die Lernenden darstellen, gelegt werden. Die Komplexität der Lehrer/innen-Schüler/innen-Dynamik wie Einstellung, Wissensstand sowie individuelle Lehrstile und -ansätze könnte tiefere Einblicke in die Implementierung selbstregulierten Lernens bieten. Die durchgeführte Studie zeigt zudem Möglichkeiten für weiterführende Forschung auf, die sich darauf konzentriert, wie Lehrpersonen aktiv zur Förderung selbstregulierten Lernens beitragen können und welche spezifischen Strategien dabei besonders effektiv sind. Auch interessant wäre es herauszufinden, ob sich die gefundenen Unterschiede hinsichtlich des Geschlechtes, des Dienstalters und der Schulform durch eine größer angelegte Studie bestätigen lassen.

Angesichts der Tatsache, dass ein Großteil der Befragten die Lernenden als eine zentrale Herausforderung im Kontext des selbstregulierten Lernens identifizierte, bietet sich ein vielversprechender Forschungsbereich an, der sich darauf konzentriert, wie selbstreguliertes Lernen am effektivsten im Schulalltag umgesetzt werden kann. Im vorliegenden Fragebogen wurden bereits Ansätze diskutiert, darunter geeignete Lernumgebungen, die Bildung kleiner Gruppen sowie eine möglichst frühe Einführung und Integration in verschiedene Unterrichtsfächer. Ein vertiefendes Forschungsinteresse könnte darauf gerichtet sein, herauszufinden, welche dieser identifizierten Gelingensfaktoren tatsächlich wirksam sind und inwiefern sie sich positiv auf die Förderung selbstregulativer Lernprozesse bei den Lernenden auswirken.

7 Literaturverzeichnis

- Baldinger, S. (2020). *Problemlösen als Methode und Ziel des Mathematikunterrichts*. Diplomarbeit. Graz: Karl-Franzens-Universität.
- Bandura, A. (1986). *Social Foundations of Thought and Action: A Social Cognitive Theory*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall.
- Baumert, J., Blum, W., & Brunner, M. (2019). *Unterrichtsziel: Modellierungsfähigkeit - Lehrkräfte. Professionswissen von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Mathematikunterricht und die Entwicklung mathematischer Kompetenz - Fragebogenerhebung Erhebungszeitpunkt 1 (COACTIV)*. Frankfurt am Main: Forschungsdatenzentrum Bildung am DIPF.
- Blum, W., Drücke-Noe, C., & Hartung, R. (2010). *Bildungsstandards Mathematik: konkret*. Berlin: Cornelsen Verlag.
- Blum, W., Galbraith, P. L., Henn, H.-W., & Niss, M. (2007). *Modelling and Applications in Mathematics Education*. New York: Springer-Verlag US.
- Blum, W., & Leiß, D. (2005). Modellieren im Unterricht mit der "Tanken"-Aufgabe. . *Mathematik lehren*, 128, 18-21.
- Boekaerts, M. (1997). Self-regulated learning: A new concept embraced by researchers, policy makers, educators, teachers, and students. *Learning and Instruction* 7(2), 161-186.
- Boekaerts, M. (1999). Self-regulated learning: where we are today. *International journal of educational research*, 31(6), 445-457.
- Bruder, R. (2003). *Methoden und Techniken des Problemlösenlernens. Material im Rahmen des BLK-Programms „Sinus“ zur „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“*. 2-11. Kiel: IPN. Abgerufen am Dezember 6. 2023 von <https://www.math-learning.com/files/Skript.pdf>.
- Bruder, R. (2005). *Selbstreguliertes Lernen im Mathematikunterricht*. Abgerufen am 6. Dezember 2023 von <https://docplayer.org/41704131-Selbstreguliertes-lernen-im-mathematikunterricht-prof-dr-regina-bruder-marburg-2005.html>.
- Bruder, R., & Collet, C. (2011). *Problemlösen lernen im Mathematikunterricht*. Berlin: Cornelsen.
- Dembo, M. H., & Eaton, M. (2000). Self-Regulation of Academic Learning in Middle-Level Schools. *The Elementary School Journal* 100 (5), 473-490.
- Diel, E. (2012). *Hessischer Referenzrahmen Schulqualität*. Wiesbaden: Institut für Qualitätsentwicklung (IQ) Hessen.
- Dignath-van Ewijk, C., & van der Werf, G. (2012). What teachers think about self-regulated learning: Investigating teacher beliefs and teacher behavior of enhancing students' self regulation. *Education Research International* 4, 1-10.
- Donker, A. (2014). Effectiveness of learning strategy instruction on academic performance: A meta-analysis. *Educational Research Review* 11, 1-26.

- Finsterwald, M., Wagner, P., Schober, B., Lüftenegger, M., & Spiel, C. (2013). Fostering lifelong learning Evaluation of a teacher education program for professional teachers. *Teaching and Teacher Education* 29 , 144-155.
- Gallin, P., & Ruf, U. (1998). *Sprache und Mathematik in der Schule*. Seelze: Kallmeyer.
- Gallin, P., & Ruf, U. (1999). *Dialogisches Lernen in Sprache und Mathematik*. Seelze: Kallmeyer.
- Gardenia, A., Blumentritt, M., Olderog, T., & Schwesig, R. (2017). *Strategien für den Lernerfolg berufstätiger Studierender. Empirische Analysen zum Lernverhalten*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Geduld, B. (2017). Teachers' perceptions of how they develop self-regulated learning. *Perspective in Education* 35(1), 143-156.
- Giger, R. (2014). *Selbstreguliertes Lernen in der Schule: Förderung metakognitiver Kompetenzen wie Reflexions- und Selbstbeurteilungskompetenz im Mathematikunterricht*. Hamburg: Diplomica Verlag.
- Götz, T. (2017). *Emotion, Motivation und selbstreguliertes Lernen*. Paderborn: Verlag Ferdinand Schöningh.
- Gürtler, T., Perels, F., Schmitz, B., & Bruder, R. (2002). Training zur Förderung selbstregulativer Fähigkeiten in Kombination mit Problemlösen in Mathematik. *Bildungsqualität von Schule: Schulische und außerschulische Bedingungen mathematischer, naturwissenschaftlicher und überfachlicher Kompetenzen. Zeitschrift für Pädagogik, Beiheft*, 45, 222-239.
- Hankeln, C., & Greefrath, G. (2021). Mathematische Modellierungskompetenz fördern durch Lösungsplan oder Dynamische Geometrie-Software? Empirische Ergebnisse aus dem LIMO-Projekt. *Journal für Mathematik-Didaktik* 42, 377-394.
- Herold-Blasius, R. (2019). Problemlösestrategien lehren lernen – Wo die Praxis Probleme beim Problemlösen sieht. In A. Büchter, M. Glade, R. Herold-Blasius, K. Marcel, F. Schacht, & P. Scherer (Hrsg.), *Vielfältige Zugänge zum Mathematikunterricht* (S. 259-309). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Herold-Blasius, R. (2021). *Problemlösen mit Strategieschlüsseln*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Herold-Blasius, R., Rott, B., & Leuders, T. (2017). Problemlösen lernen mit Strategieschlüsseln. Zum Einfluss von flexiblen heuristischen Prompts bei Problemlöseprozessen von Dritt- und Vierlässlern. *mathematica didactica* 40(2), 99-122.
- Holzäpfel, L., Lacher, M., Leuders, T., & Rott, B. (2018). *Problemlösen lehren lernen*. Hannover: Friedrich Verlag.
- Humenberger, H. (2017). Modellierungsaufgaben im Unterricht - selbst Erfahrungen sammeln. In H. Humenberger, & M. Bracke (Hrsg.), *Neue Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht* 3 (S. 107-118). Wiesbaden: Springer Fachmedien.

- Kaune, C., Cohors-Fresenborg, E., & Kramer, S. (2010). Aufgaben zur Förderung metakognitiver Kompetenzen. In A. Lindmeier, & S. Ufer (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2010* (S. 481-484). Münster: WTM.
- Klieme, E., Pauli, C., & Reusser, K. (2005). *Dokumentation der Erhebungs- und Auswertungsinstrumente zur schweizerisch-deutschen Videostudie „Unterrichtsqualität, Lernverhalten und mathematisches Verständnis“ Befragungsinstrumente. Teil 1*. Materialien zur Bildungsforschung. Frankfurt am Main: Gesellschaft zur Förderung Pädagogischer Forschung.
- Konrad, K. (2014). *Lernen lernen - allein und mit anderen*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Krug, A., & Schukajlow, S. (2020). Entwicklung prozeduraler Metakognition und des selbstregulierten Lernens durch den Einsatz multipler Lösungen zu Modellierungsaufgaben. *Journal für Mathematik-Didaktik* 41(2-3), 423-458.
- Krüger, A. (2021). *Metakognition beim mathematischen Modellieren. Strategieeinsatz aus Schülerperspektive*. Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Kuckartz, U. (2014). *Mixed Methods*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Kuckartz, U., & Rädiker, S. (2022). *Qualitative Inhaltsanalyse: Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. Wennheim, Basel: Beltz Verlagsgruppe.
- Latcheva, R., & Davidov, E. (2019). Skalen und Indizes. In N. Baur, & J. Blasius (Hrsg.), *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung* (S. 893-905). Wiesbaden: Springer VS.
- Levin, A., & Arnold, K. H. (2006). Selbstgesteuertes und selbstreguliertes Lernen. In K. H. Arnold, U. Sandfuchs, & J. Wichmann (Hrsg.), *Handbuch Unterricht* (S. 206-214). Bad Heilbrunn: Klinkhardt Verlag.
- Maag-Merki, K., Klieme, E., Holmeier, M., Jäger, D. J., Oerke, B., & Appius, S. (2015). *Unterrichtsmethoden mit Ziel „selbstreguliertes Lernen“ - Lehrkräfte. Längsschnittstudie Zentralabitur - Fragebogenerhebung Vorerhebung [Skalenkollektion: Version 1.0]. Datenerhebung 2008*. Frankfurt am Main: Forschungsdatenzentrum Bildung am DIPF.
- Maaß, J., & Götz, S. (2019). Der Beuteflug des Habichts und das Nest des Sperbers. In Grafenhofer, Irene; Maaß, Jürgen (Hrsg.), *Neue Materialien für einen realitätsbezogenen Mathematikunterricht 6* (S. 113-128). Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Merziger, P. (2007). *Entwicklung selbstregulierten Lernens im Fachunterricht: Lerntagebücher und Kompetenzraster in der gymnasialen Oberstufe*. Opladen: Verlag Barbara Budrich.
- Nationaler Bildungsbericht Österreich 2021. (2021). Wien: Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung.
- Neubrand, M. (2010). Multiple Lösungswege für Aufgaben: Bedeutung für Fach, Unterricht und Leistungserfassung. In W. Blum, C. Drüke-Noe, R. Hartung, & O. Köller (Hrsg.), *Bildungsstandards Mathematik: konkret* (S. 162-177). Berlin: Cornelsen.

- Nydegger, A. (2019). Kriteriengeleitetes Arbeiten – ein Aufgabenformat zur Förderung von selbstreguliertem Lernen im Mathematikunterricht. In A. Büchter, R. Herold-Blasius, F. Schacht, M. Glade, M. Klinger, & P. Scherer (Hrsg.), *Vielfältige Zugänge zum Mathematikunterricht* (S. 91-103). Wiesbaden: Springer Spektrum.
- Ormrod, J. E. (2006). *Educational Psychology - Developing Learners*. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Merrill Prentice Hall.
- Perels, F. (2011). *Selbstreguliertes Lernen*. Wiesbaden: Institut für Qualitätssicherung (IQ) des Hessischen Kultusministeriums.
- Perels, F., Dignath, C., & Schmitz, B. (2009). Is it possible to improve mathematical achievement by means of self-regulation strategies? *European Journal of Psychology of Education* 24(1), 17-31.
- Perels, F., Dörrenbächer-Ulrich, L., Meike, L., Otto, B., Schnick-Vollmer, K., & Schmitz, B. (2021). Selbstregulation und selbstreguliertes Lernen. In W. Elke, & J. Möller (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 45-64). Berlin: Springer Verlag.
- Pintrich, P. R. (1999). The role of motivation in promoting and sustaining self-regulated learning. *International Journal of Educational Research* 31, 459-470.
- Pintrich, P. R. (2000). The role of goal orientation in self-regulated learning. In M. Boekaerts, P. R. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* (pp. 451-502). Amsterdam: Elsevier.
- Radinger, R., & Sommer-Binder, G. (2023). *Bildung in Zahlen 2021/22*. Wien: Statistik Austria.
- Schneider, W., & Artelt, C. (2010). Metacognition and mathematics education. *ZDM* 42(2), 149-161.
- Schreiber, A. (2011). *Begriffsbestimmungen: Aufsätze zur Heuristik und Logik mathematischer Begriffsbildung*. Berlin: Logos-Verlag.
- Schreiber, B. (1998). *Selbstreguliertes Lernen. Entwicklung und Evaluation von Trainingsansätzen für Berufstätige*. Münster: Waxmann.
- Schukajlow, S., Kolter, J., & Blum, W. (2015). Scaffolding mathematical modelling with a solution plan. *ZDM* 47(7), 1241–1254.
- Schukajlow, S., & Leiss, D. (2011). Selbstberichtete Strategienutzung und mathematische Modellierungskompetenz. *Journal für Mathematikdidaktik* 32(1), 53-77.
- Schunk, D. H. (2001). Social cognitive theory and self-regulated learning. In B. J. Zimmerman, & D. H. Schunk (Eds.), *Self-regulated learning and academic achievement: Theoretical perspectives* (pp. 125-151). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Sjuts, J. (2003). Metakognition per didaktisch-sozialem Vertrag. *Journal für Mathematikdidaktik* 24(1), 18-24.

- Sjuts, J. (2016). Darstellungen und Vorstellungen und ihre Bedeutung für eine wirksame Metakognition beim Problemlösen und Begründen. *Teaching Mathematics and Computer Science* 14(2), 195-220.
- Stebner, F., Schiffhauer, S., Schmeck, A., Schuster, C., Leutner, D., & Wirth, J. (2015). *Selbstreguliertes Lernen in den Naturwissenschaften. Praxismaterial für die 5. und 6. Jahrgangsstufe*. Münster: Waxman.
- Stoppel, H.-J. (2018). *Beliefs und selbstreguliertes Lernen*. Dissertation. Gladbeck: Westfälische Wilhelms-Universität Münster.
- Traub, S. (2022). *Projektarbeit erfolgreich gestalten* (2. Ausg.). Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Vandavelde, S., Vandenbussche, L., & Van Keer, H. (2012). Stimulating self-regulated learning in primary education: Encouraging versus hampering factors for teachers. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* 69, 1562-1571.
- Völkl, K., & Korb, C. (2018). *Deskriptive Statistik*. Wiesbaden: Springer Fachmedien.
- Vygotsky, L. (1978). *Mind in Society: The Development of Higher Psychological Process*. Cambridge: Harvard University Press.
- Wess, R. (2020). *Professionelle Kompetenzen zum Lehren mathematischen Modellierens*. Münster: Springer Spektrum.
- Woolfolk, A. (2007). *Educational psychology*. Boston: Allyn and Bacon.
- Zimmermann, B., Moylan, A., Hudesman, J., White, N., & Flugman, B. (2011). Enhancing self-reflection and mathematics achievement of at-risk urban technical college students. *Psychological Test and Assessment Modeling* 53(1), 108-127.

8 Anhang

Selbstreguliertes Lernen im Mathematikunterricht

Mit dem folgenden Online-Fragebogen möchte ich **Ihre Erfahrungen, Einschätzungen und Ihren Umgang mit selbstreguliertem Lernen im Mathematikunterricht** kennenlernen. Er richtet sich an Lehrpersonen, die **Mathematik** unterrichten. Dabei ist bei den **geschlossenen** Fragestellungen **genau eine** Möglichkeit anzukreuzen. Die offenen Fragestellungen können Sie gerne ausführlich beantworten.

Diese **anonymisierte Umfrage** ist Teil meiner Masterarbeit über **selbstreguliertes Lernen im Mathematikunterricht** an der Universität Wien.

** Gibt eine erforderliche Frage an*

1. Bitte geben Sie Ihr Geschlecht an *

Markieren Sie nur ein Oval.

☐ Weiblich

☐ Männlich

☐ Divers

2. Bitte geben Sie Ihr Alter an: *

3. Was ist Ihr höchster Schul- oder Hochschulabschluss? **Markieren Sie nur ein Oval.*

☐ Matura/ Kein abgeschlossenes Studium

☐ Bachelor of Education

☐ Master of Education

☐ Diplom (Lehramt)

☐ Lehramtstudium Pädagogische Akademie (Hauptschule)

☐ Anderer Studienabschluss (außer Lehramt)

4. Wie lange unterrichten Sie bereits? * *Markieren Sie nur ein Oval.*

- ☐ 1. Dienstjahr
- ☐ 2 - 5 Jahre
- ☐ 6 - 10 Jahre
- ☐ 11 - 20 Jahre
- ☐ Mehr als 20 Jahre

5. An welcher Schulform unterrichten Sie momentan? * *Markieren Sie nur ein Oval.*

- ☐ Mittelschule
- ☐ Gymnasium (nur Unterstufe)
- ☐ Gymnasium (nur Oberstufe)
- ☐ Gymnasium (Unterstufe und Oberstufe)
- ☐ Polytechnische Schule
- ☐ Berufsbildende mittlere Schule
- ☐ Berufsbildende höhere Schule
- ☐ Berufsschule

6. Unterrichten Sie Mathematik fachfremd? * *Markieren Sie nur ein Oval.*

- ☐ Ja
- ☐ Nein

Einsatz selbstregulativer Prozesse im Unterricht

7. Ich bespreche mit meinen Schüler/innen, wie sie am besten selbstständig lernen können. * *Markieren Sie nur ein Oval.*
- ☐ Stimme überhaupt nicht zu
- ☐ Stimme eher nicht zu
- ☐ Stimme eher zu
- ☐ Stimme voll und ganz zu
- ☐ Keine Angabe
8. Falls ja, in welcher Form geschieht dies? (Punktuell, kontinuierlich, werden spezielle Materialien verwendet?)
9. Ich versuche, meinen Schüler/innen verschiedene Strategien beizubringen, um Aufgaben lösen zu können. * *Markieren Sie nur ein Oval.*
- ☐ Stimme überhaupt nicht zu
- ☐ Stimme eher nicht zu
- ☐ Stimme eher zu
- ☐ Stimme voll und ganz zu
- ☐ Keine Angabe
10. Ich lasse meine Schüler/innen ihre Gedankenwege bzw. Lösungswege genau erklären. * *Markieren Sie nur ein Oval.*
- ☐ Stimme überhaupt nicht zu
- ☐ Stimme eher nicht zu
- ☐ Stimme eher zu
- ☐ Stimme voll und ganz zu
- ☐ Keine Angabe

11. Ich bevorzuge es, meinen Schüler/innen einen einheitlichen Lösungsweg vorzugeben. *
Markieren Sie nur ein Oval.

- ☐ Stimme überhaupt nicht zu
- ☐ Stimme eher nicht zu
- ☐ Stimme eher zu
- ☐ Stimme voll und ganz zu
- ☐ Keine Angabe

12. Ich lasse zu, dass meine Schüler/innen eigene Lösungswege bei der Bearbeitung einer Aufgabe finden. * *Markieren Sie nur ein Oval.*

- ☐ Stimme überhaupt nicht zu
- ☐ Stimme eher nicht zu
- ☐ Stimme eher zu
- ☐ Stimme voll und ganz zu
- ☐ Keine Angabe

13. Falls ja, wie führen Sie unterschiedliche Lösungswege am Ende einer Arbeitsphase zusammen?

14. Mir ist es wichtig, dass die Schüler/innen bei der Bearbeitung eines Auftrages zwischendurch prüfen, ob sie auf dem richtigen Weg sind. * *Markieren Sie nur ein Oval.*

- ☐ Stimme überhaupt nicht zu
- ☐ Stimme eher nicht zu
- ☐ Stimme eher zu
- ☐ Stimme voll und ganz zu
- ☐ Keine Angabe

Problemlöseaufgaben und Modellierungsaufgaben

15. Ich arbeite im Mathematikunterricht mit Aufgaben, bei denen meine Schüler/innen Probleme* lösen müssen. *

* Problemlöseaufgaben unterscheiden sich insofern von Routineaufgaben, als dass eine „Barriere“ (Analysieren der Aufgabe, Lösen in mehreren Schritten, ...) ein direktes Lösen der Aufgabe verhindert.

Markieren Sie nur ein Oval.

- ☐ Stimme überhaupt nicht zu
- ☐ Stimme eher nicht zu
- ☐ Stimme eher zu
- ☐ Stimme voll und ganz zu
- ☐ Keine Angabe

16. Falls ja, wie oft setzen Sie Problemlöseaufgaben ein?
17. Falls Sie mit Problemlöseaufgaben arbeiten: In welcher Form werden diese eingesetzt? (als Einstieg, in Übungsphasen, Projektunterricht, ...)
18. Ich lege Wert darauf, dass meine Schüler/innen mathematisch argumentieren können.

**Markieren Sie nur ein Oval.*

- ☐ Stimme überhaupt nicht zu
- ☐ Stimme eher nicht zu
- ☐ Stimme eher zu
- ☐ Stimme voll und ganz zu
- ☐ Keine Angabe

19. Mir ist es wichtig, dass meine Schüler/innen Alltagssituationen in mathematische Modelle übersetzen können. * Markieren Sie nur ein Oval.
- ☐ Stimme überhaupt nicht zu
- ☐ Stimme eher nicht zu
- ☐ Stimme eher zu
- ☐ Stimme voll und ganz zu
- ☐ Keine Angabe
20. Mathematikunterricht bedeutet für mich unter anderem, Schüler/innen zum Nachdenken über mathematische Zusammenhänge zu bringen. * Markieren Sie nur ein Oval.
- ☐ Stimme überhaupt nicht zu
- ☐ Stimme eher nicht zu
- ☐ Stimme eher zu
- ☐ Stimme voll und ganz zu
- ☐ Keine Angabe
21. Für Problemlöse- oder Modellierungsaufgaben bleibt neben dem im Lehrplan vorgesehenen Stoff oft nur wenig Zeit. * Markieren Sie nur ein Oval.
- ☐ Stimme überhaupt nicht zu
- ☐ Stimme eher nicht zu
- ☐ Stimme eher zu
- ☐ Stimme voll und ganz zu
- ☐ Keine Angabe

Einstellung zum selbstregulierten Lernen

22. Ich finde es wichtig, dass Schüler/innen lernen, Aufgaben selbstständig zu bearbeiten. *

Markieren Sie nur ein Oval.

- ☐ Stimme überhaupt nicht zu
- ☐ Stimme eher nicht zu
- ☐ Stimme eher zu
- ☐ Stimme voll und ganz zu
- ☐ Keine Angabe

23. Die Planung von Phasen, in denen meine Schüler/innen selbstständig arbeiten, ist zeitintensiv. * *Markieren Sie nur ein Oval.*

- ☐ Stimme überhaupt nicht zu
- ☐ Stimme eher nicht zu
- ☐ Stimme eher zu
- ☐ Stimme voll und ganz zu
- ☐ Keine Angabe.

24. Es lohnt sich, meinen Schüler/innen Zeit zu geben, um eigene (Lern-) Strategien zu erarbeiten. * *Markieren Sie nur ein Oval.*

- ☐ Stimme überhaupt nicht zu
- ☐ Stimme eher nicht zu
- ☐ Stimme eher zu
- ☐ Stimme voll und ganz zu
- ☐ Keine Angabe

25. Bitte begründen Sie Ihre Antwort auf die eben gestellte Frage! *

26. Im Laufe meines Studiums wurde selbstreguliertes Lernen thematisiert. *

Markieren Sie nur ein Oval.

- ☐ Stimme überhaupt nicht zu
- ☐ Stimme eher nicht
- ☐ Stimme eher zu
- ☐ Stimme voll und ganz zu
- ☐ Keine Angabe

27. Falls selbstreguliertes Lernen thematisiert wurde, in welcher Form ist dies geschehen?

28. Ich habe mich selbst mit dem Einsatz von Methoden zum selbstregulierten Lernen befasst. * *Markieren Sie nur ein Oval.*

- ☐ Stimme überhaupt nicht zu
- ☐ Stimme eher nicht zu
- ☐ Stimme eher zu
- ☐ Stimme voll und ganz zu
- ☐ Keine Angabe

Offene Fragen

29. Beim selbstregulierten Lernen übernimmt der/die Lernende eigenständig Verantwortung über die Wahl seiner/ihrer Strategien und Ziele beim Lernen. Welche Schwierigkeiten sehen Sie bei der Umsetzung von selbstreguliertem Lernen in Ihrem Mathematikunterricht? *
30. Welche Voraussetzungen müssten Ihrer Meinung nach gegeben sein, um selbstreguliertes Lernen Mathematikunterricht erfolgreich durchführen zu können? *
31. Inwiefern lassen Sie solche Phasen des selbstregulierten Lernens (falls vorhanden) in die Leistungsbewertung einfließen?