

MASTERARBEIT | MASTER'S THESIS

Titel | Title

Warum schätzen, wenn man rechnen kann? Eine Untersuchung zur Verfügbarkeit,
Nutzung und Reflexion mathematischer Schätzungen

verfasst von | submitted by

Judith Ammann BEd

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

Wien | Vienna, 2026

Studienkennzahl lt. Studienblatt |
Degree programme code as it appears on the
student record sheet:

UA 199 514 520 02

Studienrichtung lt. Studienblatt | Degree
programme as it appears on the student
record sheet:

Masterstudium Lehramt Sek (AB) Unterrichtsfach
Informatik Unterrichtsfach Mathematik

Betreut von | Supervisor:

Assoz. Prof. Mag. Mag. Dr. Christoph Ableitinger
Privatdoz.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all jenen bedanken, die mich bei der Entstehung dieser Arbeit begleitet und unterstützt haben.

Mein besonderer Dank gilt meiner Mentorin im Mathematikpraktikum, die mir wertvolles Feedback zum Fragebogen gegeben und dessen Durchführung an ihrer Schule ermöglicht sowie organisiert hat. Ebenso danke ich allen weiteren Lehrerinnen und Lehrern, die wertvolle Unterrichtszeit zur Verfügung gestellt haben, um die Befragung durchzuführen. Ein herzliches Dankeschön gilt auch den Schülerinnen und Schülern, die bereit waren, an der Erhebung teilzunehmen.

Ich danke meinem Betreuer Prof. Ableitinger für seine fachliche Unterstützung, seine konstruktiven Rückmeldungen und seine Begleitung bei der Themenfindung.

Von Herzen danke ich meiner Familie und meinem Freund für ihre stetige Unterstützung bei der Masterarbeit und während meines gesamten Studiums. Ein besonderer Dank gilt meiner Mama, die immer bereit war, mit mir zu diskutieren, zu reflektieren und neue Gedanken zu entwickeln, wenn ich nicht weiterwusste.

Abstract

Estimation is an essential skill for everyday life as well as for mathematical learning. Despite the widespread availability of calculators, it remains important - for instance, for quickly checking the plausibility of results or in situations where an exact calculation would be disproportionately time-consuming or impossible. Moreover, estimation is closely linked to a well-developed number sense and has been associated with higher mathematical achievement across various domains.

Nevertheless, the importance of estimation in mathematics education is often underestimated by both teachers and students. This study therefore investigates whether students apply estimation strategies when solving tasks, how they use estimation results within the problem-solving process, and to what extent they recognize the relevance and usefulness of estimation. To address these questions, students worked on textbook tasks that required estimation and subsequently reflected on their approach in a questionnaire. In addition, the secondary school curriculum and selected textbooks were analyzed to determine the extent to which estimation is embedded as a key competence.

The findings indicate that estimation tasks are predominantly approached through estimation. However, estimation remains in competition with exact calculation and guessing. The functional use of estimation results is often not clearly developed. Although many students are able to articulate the usefulness of estimation, this understanding is not consistently reflected in their problem-solving processes. While estimation is explicitly mentioned in the curriculum and textbooks, it appears rather episodic and largely focused on computational estimation. Overall, estimation seems to be recognized as a mathematical activity, but its role as a consciously applied problem-solving tool is not yet firmly established.

Kurzbeschreibung

Schätzen ist eine essenzielle Fähigkeit für den Alltag und den mathematischen Lernprozess. Trotz der Verfügbarkeit von Taschenrechnern bleibt es von Bedeutung – sei es zur schnellen Plausibilitätsprüfung von Ergebnissen oder in Situationen, in denen eine exakte Berechnung unverhältnismäßig aufwendig oder unmöglich ist. Darüber hinaus ist die Fähigkeit zu schätzen eng mit einem ausgeprägten Zahlenverständnis verknüpft und wird in der Forschung als wichtiger Bestandteil mathematischer Kompetenz diskutiert.

Dennoch wird die Bedeutung des Schätzens im Mathematikunterricht häufig unterschätzt – sowohl von Lehrkräften als auch von Schüler:innen. Diese Arbeit untersucht daher, ob Schüler:innen über Schätzstrategien verfügen, wie sie mit Schätzergebnissen umgehen und inwieweit sie den Nutzen und die Relevanz von Schätzungen für den mathematischen Problemlöseprozess erkennen. Zur Beantwortung dieser Fragen bearbeiten Schüler:innen Schulbuchaufgaben mit Schätzanteil und reflektieren ihr Vorgehen in einem Fragebogen. Zudem wird der Lehrplan der Sekundarstufe und die Rolle des Schätzens in den verwendeten Schulbüchern betrachtet, um zu ermitteln, inwieweit Schätzen als wichtige Kompetenz dort verankert ist.

Die Ergebnisse zeigen, dass Schätzaufgaben überwiegend schätzend bearbeitet werden, Schätzen jedoch in Konkurrenz zu exaktem Rechnen und Raten bleibt. Die funktionale Nutzung von Schätzergebnissen – etwa zur Kontrolle oder Entscheidungsfindung – ist häufig nicht klar ausgeprägt. Zwar können viele Lernende den Nutzen von Schätzungen benennen, dieser wird jedoch nicht durchgängig im Problemlöseprozess sichtbar. In Lehrplan und Schulbüchern ist Schätzen explizit verankert, erscheint jedoch eher punktuell und stark auf Überschlagsrechnungen fokussiert. Insgesamt deutet sich an, dass Schätzen als Handlung bekannt ist, seine Rolle als bewusst eingesetztes Werkzeug jedoch nicht durchgängig gefestigt erscheint.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Problemstellung und Relevanz des Themas	1
1.2	Zielsetzung.....	2
1.3	Aufbau der Arbeit	3
2	Forschungsstand	5
2.1	Computational Estimation.....	5
2.1.1	Entwicklung von Schätzfähigkeiten und Einflussfaktoren	5
2.1.2	Aufgabenmerkmale und typische Hürden	6
2.1.3	Strategische Flexibilität und Förderansätze	6
2.1.4	Ergebnisverwendung und Plausibilitätsprüfung	7
2.1.5	Wahrgenommener Nutzen und Reflexion	9
2.2	Schätzen in Lehrplänen	10
2.3	Schätzen in Schulbüchern	11
3	Theoretischer Rahmen	15
3.1	Definition und Arten des Schätzens	15
3.1.1	Computational Estimation (Rechnendes Schätzen)	15
3.1.2	Measurement Estimation (Messschätzen)	16
3.1.3	Quantity Estimation (Zählendes Schätzen).....	16
3.1.4	Number Line Estimation (Zahlenwert-Schätzen).....	16
3.2	Computational Estimation: Strategien und Denkprozesse beim Schätzen ..	17
4	Lehrplananalyse	21
4.1	Methodik.....	21
4.2	Ergebnisse.....	22
4.2.1	Computational Estimation.....	23
4.2.2	Measurement Estimation	24

4.2.3	Number Line Estimation	25
4.2.4	Quantity Estimation	25
4.2.5	Zusammenfassung	25
5	Schulbuchanalyse	27
5.1	Methodik.....	27
5.2	Ergebnisse.....	28
5.2.1	Computational Estimation.....	30
5.2.2	Measurement Estimation	31
5.2.3	Fermiaufgaben	32
5.2.4	Quantity Estimation	32
5.2.5	Number Line Estimation	33
5.2.6	Vergleich der Schulbuchreihen	34
5.2.7	Zusammenfassung	34
6	Empirische Untersuchung	37
6.1	Methodik.....	37
6.1.1	Forschungsdesign und Vorgehensweise	37
6.1.2	Entwicklung des Fragebogens	38
6.1.3	Stichprobe und Datenerhebung	47
6.1.4	Auswertung der Fragebögen.....	48
6.2	Ergebnisse der Schüler:innenbefragung.....	51
6.2.1	Vorerfahrungen der Schüler:innen mit Schätzen.....	51
6.2.2	Durchführung von Schätzungen bei den Aufgaben.....	53
6.2.3	Umgang mit Schätzergebnissen	58
6.2.4	Wahrgenommener Nutzen von Schätzungen.....	62
6.3	Zwischenfazit der empirischen Untersuchung.....	65
6.3.1	Vorerfahrungen und Begriffsverständnis	65

6.3.2	Durchführung von Schätzungen in den Aufgaben.....	65
6.3.3	Umgang mit Schätzergebnissen	66
6.3.4	Wahrgenommener Nutzen von Schätzungen	66
6.4	Limitationen	67
6.4.1	Limitationen des Erhebungsinstruments.....	67
6.4.2	Limitationen der Durchführung	68
6.4.3	Limitationen der Datengrundlage und -qualität	69
6.4.4	Limitationen der Stichprobe und Generalisierbarkeit	70
7	Diskussion	71
7.1	Zentrale Befunde im Zusammenspiel von Curriculum, Schulbuch und Schüler:innenangaben	71
7.1.1	Verankerung und Entwicklung von Schätzen über die Jahrgangsstufen hinweg	71
7.1.2	Aufgabenstruktur und Funktion von Schätzaufgaben	73
7.1.3	Aufgabenformate, Kontextbezug und Begriffsverständnis.....	74
7.2	Durchführung von Schätzungen im Spannungsfeld von Raten und exaktem Rechnen.....	75
7.3	Ergebnisverwendung und Plausibilitätsprüfung: Schätzen als Werkzeug	77
7.4	Wahrgenommener Nutzen und tatsächliche Nutzung von Schätzungen	78
7.5	Limitationen und Forschungsbedarf	80
8	Fazit.....	83
	Literaturverzeichnis	87
	Hilfsmittelverzeichnis	94
	Anhang	95
	Anhang A: Fragebogen	95
	Anhang B: Häufigkeitstabellen	100

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anzahl der Schätzaufgaben nach Schulbuch und Schulstufe.....	29
Abbildung 2: Anzahl der Aufgaben mit Schätzanteilen nach Schätzart und Schulstufe	30
Abbildung 3: Beispiel zu Arten der Überschlagsrechnung (Dorfmayr et al., 2018a, S. 42).....	31
Abbildung 4: Beispiel zu Quantity Estimation (Beer et al., 2017a, S. 40).....	33
Abbildung 5: Anzahl der Schätzaufgaben nach Schätzart und Schulbuchreihe	34
Abbildung 6: Fragebogenaufgabe 1 (Fragebogen, Punkt 4).....	40
Abbildung 7: Fragebogenaufgabe 2 (Fragebogen, Punkt 5).....	41
Abbildung 8: Fragebogenaufgabe 3 (Fragebogen, Punkt 11).....	42
Abbildung 9: Fragebogenaufgabe 4 (Fragebogen, Punkt 16).....	42
Abbildung 10: Frage zur subjektiven Sicherheit beim Schätzen (Fragebogen, Punkte 6 und 13)	45
Abbildung 11: Schätzerfahrungen im Mathematikunterricht nach Jahrgangsstufe (Anteile in % innerhalb der Jahrgangsstufe; 1. Klasse: n = 35, 2. Klasse: n = 39, 3. Klasse: n = 36, 4. Klasse: n= 33; Fragebogen, Punkt 1).....	52
Abbildung 12: Schätzerfahrungen außerhalb vom Mathematikunterricht nach Jahrgangsstufe (Anteile in % innerhalb der Jahrgangsstufe; 1. Klasse: n = 35, 2. Klasse: n = 39, 3. Klasse: n = 36, 4. Klasse: n= 33; Fragebogen, Punkt 1).....	52
Abbildung 13: Schätzvorgehen bei Aufgabe 1 (absolute Häufigkeiten; n = 147 Nennungen; Fragebogen, Punkt 7).....	54
Abbildung 14: Schätzvorgehen bei Aufgabe 2 (absolute Häufigkeiten; n = 153 Nennungen; Fragebogen, Punkt 9).....	55
Abbildung 15: Schätzvorgehen bei Aufgabe 3 (absolute Häufigkeiten; n = 137 Nennungen; Fragebogen, Punkt 15).....	56
Abbildung 16: Bearbeitungsarten bei den Aufgaben 1–3 (Anteile in %; Fragebogen, Punkte 7, 9 und 15)	57
Abbildung 17: Subjektive Sicherheit beim Schätzen (Anteile in %; Fragebogen, Punkte 6 und 13).....	58

Abbildung 18: Weiterverwendung von Schätzergebnissen (absolute Häufigkeiten; n = 139 gültige Antworten; Fragebogen, Punkt 8).....	59
Abbildung 19: Weiterverwendung von Schätzergebnissen nach Jahrgangsstufe (Anteile in %; n = 139 gültige Antworten; Fragebogen, Punkt 8)	60
Abbildung 20: Einordnung des Schätzergebnisses in Aufgabe 4 (absolute Häufigkeiten; n = 128 gültige Antworten; Fragebogen, Punkt 17)	60
Abbildung 21: Vorgehen bei nicht übereinstimmenden Ergebnissen (absolute Häufigkeiten; n = 157 Nennungen; Fragebogen, Punkt 18)	61
Abbildung 22: Wahrgenommener Nutzen von Schätzungen bei den Aufgaben 1–2 (absolute Häufigkeiten; n = 173 Nennungen; Fragebogen, Punkt 10)	62
Abbildung 23: Wahrgenommener Nutzen von Schätzungen bei Aufgabe 3 (absolute Häufigkeiten; n = 152 Nennungen; Fragebogen, Punkt 12)	63
Abbildung 24: Einschätzung von Über- vs. Unterschätzen in Aufgabe 3 (absolute Häufigkeiten; n = 126 gültige Antworten; Fragebogen, Punkt 14)	64

1 Einleitung

1.1 Problemstellung und Relevanz des Themas

Schätzen ist eine fundamentale Fähigkeit, die sowohl im Alltag als auch im mathematischen Denken eine zentrale Rolle spielt. Ob beim schnellen Prüfen eines Rechenergebnisses, bei der Einschätzung von Größenordnungen oder bei Überschlagsrechnungen – Schätzungen helfen dabei, mathematische Probleme effizient zu lösen und zu überprüfen und ein besseres Zahlenverständnis zu entwickeln (vgl. Threadgill-Sowder, 1984).

Während ich selbst Schätzungen in vielen Situationen anwende, ist mir jedoch in meiner eigenen Schul- und Universitätslaufbahn sowie in meiner Tätigkeit als Nachhilfelehrerin immer wieder aufgefallen, dass viele Schüler:innen wenig oder gar nicht schätzen und dass dieser Kompetenz im Mathematikunterricht oft nur wenig Aufmerksamkeit geschenkt wird. Häufig fehlt es den Schüler:innen nicht nur an einer Strategie, sondern auch an einem Bewusstsein für die Bedeutung von Schätzungen.

Diese Beobachtung wirft mehrere Fragen auf: Wissen Schüler:innen überhaupt, wie sie schätzen können? Nutzen sie Schätzungen aktiv, und wenn ja, was machen sie mit den Ergebnissen? Erkennen sie den Nutzen und die Bedeutung von Schätzungen für den mathematischen Problemlöseprozess? Und nicht zuletzt: Wird das Thema Schätzen im Lehrplan der Sekundarstufe sowie in den verwendeten Schulbüchern ausreichend behandelt und als relevante Kompetenz vorgesehen?

Die Fähigkeit zu schätzen ist nicht nur ein praktisches Werkzeug, sondern auch eine wichtige Grundlage für ein tieferes mathematisches Verständnis (vgl. Sayers et al., 2020). Wenn Schüler:innen nicht verstehen, warum Schätzen relevant ist, fehlt ihnen möglicherweise auch die Motivation, diese Kompetenz gezielt zu entwickeln.

Ziel dieser Arbeit ist es daher, zu untersuchen, ob und wie Schüler:innen Schätzungen anwenden, wie sie ihre Ergebnisse interpretieren und ob sie deren Bedeutung für die Mathematik erkennen. Darüber hinaus soll untersucht werden, inwieweit das Thema Schätzen im Lehrplan sowie in den verwendeten

Schulbüchern als wichtige Kompetenz berücksichtigt wird. Letztlich soll die Arbeit auch Hinweise darauf liefern, ob mehr gezielte Interventionen nötig sind, um das Schätzen als wertvolle mathematische Kompetenz stärker in das Denken der Schüler:innen zu integrieren.

1.2 Zielsetzung

Ein Ziel dieser Arbeit ist es, zu untersuchen, ob Schüler:innen in der Sekundarstufe bei entsprechenden Aufgaben in der Lage sind, eigenständig Schätzungen vorzunehmen und ob sie dabei über mindestens eine grundlegende Strategie zum Schätzen mathematischer Größen verfügen. Der Fokus liegt dabei nicht auf der Identifizierung spezifischer Schätzstrategien, sondern vielmehr darauf, ob die Schüler:innen grundsätzlich Schätzungen anstellen – auch ohne detaillierte Anleitung.

Ein weiterer Schwerpunkt liegt darauf, zu erfassen, wie die Schüler:innen mit den Ergebnissen ihrer Schätzungen umgehen und ob sie die Bedeutung und den Nutzen von Schätzungen im mathematischen Problemlösungsprozess verstehen. Ziel ist es, festzustellen, ob den Schüler:innen die Relevanz des Schätzens bewusst ist und ob sie den konkreten und situationsbezogenen Nutzen dieser Fähigkeit erkennen.

Diese Arbeit soll dazu beitragen, Einblicke in das Schätzverhalten von Schüler:innen zu gewinnen und mögliche Hinweise darauf zu liefern, ob und in welchen Bereichen ein Bedarf an gezielten didaktischen Maßnahmen zur Förderung des Schätzens bestehen könnte. Auf dieser Grundlage sollen Überlegungen zur Stärkung des Bewusstseins für die Bedeutung von Schätzungen und zu ihrer Förderung im Mathematikunterricht angestoßen werden.

Ein weiterer wichtiger Aspekt dieser Arbeit besteht darin, zu untersuchen, inwieweit das Thema Schätzen im Lehrplan der Sekundarstufe sowie in den verwendeten Schulbüchern berücksichtigt wird. Dabei wird analysiert, ob und wie Schätzfähigkeiten als relevante Kompetenz im Lehrplan und durch Schulbuchmaterialien vorgesehen sind, und inwieweit Schüler:innen durch diese Materialien auf die Entwicklung ihrer Schätzkompetenzen vorbereitet werden.

Es ergeben sich also folgende Forschungsfragen:

- Inwieweit führen Schüler:innen Schätzaufgaben tatsächlich als Schätzungen durch, und welche Überlegungen oder Herangehensweisen beeinflussen ihr Vorgehen?
- Wie interpretieren und verwenden Schüler:innen das Ergebnis ihrer Schätzung im weiteren Lösungsprozess?
- Inwieweit erkennen und reflektieren Schüler:innen die Bedeutung und den Nutzen von Schätzungen für das mathematische Problemlösen?
- Inwieweit wird das Thema Schätzen im Lehrplan der Sekundarstufe sowie in den verwendeten Schulbüchern behandelt und als relevante Kompetenz vorgesehen?

1.3 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in einen Forschungsstand, einen theoretischen Rahmen sowie drei Untersuchungsteile (Lehrplananalyse, Schulbuchanalyse und empirische Erhebung), die jeweils unterschiedliche Perspektiven auf Schätzen im Schulunterricht eröffnen.

In Kapitel 2 wird im Forschungsstand zunächst der aktuelle Erkenntnisstand zu Computational Estimation aufgearbeitet. Dabei werden Entwicklungs- und Einflussfaktoren, aufgabenbezogene Anforderungen und typische Hürden sowie Befunde zu strategischer Flexibilität und Förderansätzen dargestellt. Ergänzend werden Forschungsbefunde dazu zusammengefasst, wie Schätzergebnisse im Lösungsprozess verwendet werden, welchen Nutzen Lernende Schätzen zuschreiben und wie dieses Zweckverständnis ihre Leistungen beeinflusst. Anschließend wird der Blick auf Schätzen allgemein erweitert, um die curriculare Verankerung und die Darstellung in Schulbüchern schätzartenübergreifend zu kontextualisieren.

Der theoretische Rahmen definiert Schätzen und unterscheidet zentrale Schätzarten (Computational, Measurement, Quantity und Number Line Estimation). Darauf aufbauend werden Strategien und Denkprozesse des Computational Estimation erläutert.

In den anschließenden Analysen in Kapitel 4 und 5 werden zunächst der Lehrplan und danach ausgewählte Schulbuchreihen untersucht. Die Ergebnisse werden jeweils nach Schätzarten differenziert dargestellt und zusammengefasst, in der Schulbuchanalyse werden darüber hinaus Fermiaufgaben ausgewiesen und die Schulbuchreihen vergleichend gegenübergestellt.

In Kapitel 6 folgt die empirische Untersuchung. Zunächst werden Forschungsdesign, Fragebogenentwicklung, Stichprobe, Datenerhebung und Auswertung dargestellt. Daran anschließend werden die Ergebnisse der Schüler:innenbefragung zu Vorerfahrungen, Durchführung von Schätzungen, Umgang mit Schätzergebnissen sowie wahrgenommenem Nutzen differenziert berichtet. Ein Zwischenfazit bündelt die zentralen Befunde der empirischen Untersuchung, bevor abschließend die methodischen Limitationen des Erhebungsinstruments, der Durchführung, der Datengrundlage sowie der Stichprobe reflektiert werden.

Kapitel 7 führt die Ergebnisse der Lehrplananalyse, der Schulbuchanalyse und der empirischen Untersuchung zusammen und verknüpft sie mit dem aktuellen Forschungsstand. Dabei werden zunächst zentrale Befunde im Zusammenspiel von Curriculum, Schulbuch und Schüler:innenangaben herausgearbeitet. Anschließend werden die empirischen Ergebnisse entlang der Themen Durchführung von Schätzungen, Ergebnisverwendung und Plausibilitätsprüfung sowie Nutzenwahrnehmung vertieft eingeordnet. Das Kapitel schließt mit einer zusammenfassenden Darstellung übergreifender Limitationen sowie mit Hinweisen auf weiterführenden Forschungsbedarf.

Kapitel 8 fasst die zentralen Erkenntnisse der Arbeit in Bezug auf die formulierten Forschungsfragen zusammen und leitet daraus Implikationen für die unterrichtliche Praxis sowie für zukünftige Forschungsarbeiten ab.

2 Forschungsstand

2.1 Computational Estimation

2.1.1 Entwicklung von Schätzfähigkeiten und Einflussfaktoren

Computational Estimation entwickelt sich vergleichsweise langsam und zeigt erst nach der Volksschule deutliche Verbesserungen. Jüngere Kinder neigen dazu, Schätzungen mit bloßem Raten gleichzusetzen, was zu ungenauen Ergebnissen führt. Insbesondere bis zur vierten Schulstufe haben sie meist noch sehr geringe Schätzfähigkeiten. Erst mit zunehmendem Alter und wachsendem mathematischen Verständnis werden genauere Schätzungen möglich, da mehr Strategien zur Verfügung stehen und allgemeinere mathematische Fähigkeiten weiterentwickelt werden. Dies ermöglicht es älteren Schüler:innen, komplexere Aufgaben besser und gezielter zu schätzen (vgl. Andrews et al., 2021; Campbell, 2005; Ganor-Stern, 2016; Sunde et al., 2022).

Zugleich steht die Schätzleistung in enger Beziehung zur arithmetischen Basiskompetenz: Je weiter eine Aufgabe von dieser Ausgangskompetenz abweicht, desto ungenauer fallen Schätzungen tendenziell aus (vgl. Andrews et al., 2021).

Darüber hinaus weisen Studien darauf hin, dass Schätzerfolg auch mit Leistungsunterschieden zusammenhängt: Leistungsstärkere Schüler:innen verfügen tendenziell über mehr Flexibilität und beherrschen Strategiewechsel besser als leistungsschwächere (vgl. Li et al., 2020). In diesem Zusammenhang erweist sich Computational Estimation insgesamt als starker Indikator für Mathematikleistung und steht eng mit Aspekten mathematischer Flexibilität in Verbindung. Vergleichsstudien zu Lernschwierigkeiten stützen diese Nähe zur mathematischen Kompetenz: Kinder mit mathematischen Schwierigkeiten schätzen deutlich schlechter als normal leistungsstarke Kinder, während reine Leseschwierigkeiten nicht zwingend mit schlechterem Schätzen einhergehen. Gleichzeitig deuten die Daten darauf hin, dass approximatives Rechnen für viele Kinder insgesamt anspruchsvoll bleibt, da Leistungszuwächse teils über Gruppen hinweg eher flach ausfallen (vgl. Andrews et al., 2021).

2.1.2 Aufgabenmerkmale und typische Hürden

Neben individuellen Voraussetzungen beeinflussen Aufgabenmerkmale, ob und wie erfolgreich geschätzt wird. Eine groß angelegte Studie von Liu (2009) zeigt etwa, dass die Qualität von Schätzungen auch von der Aufgabendarstellung abhängt: Visuell dargestellte Probleme führen zu besseren Schätzergebnissen als ausschließlich mündlich präsentierte Aufgaben.

Zudem scheinen Kontextaufgaben besondere Anforderungen zu stellen. Yang & Wu (2012) berichten, dass Schüler:innen numerische Aufgaben erfolgreicher bearbeiten als in Kontext eingebettete Aufgaben. Gleichzeitig treten typische Schätzprozesse wie Reformulation, Translation und Compensation bei numerischen Problemen häufiger auf als bei Kontextaufgaben.

Auch auf numerischer Ebene zeigen sich Hürden: Selbst „nahe“ und rechnerisch günstige Zahlen werden häufig nicht als effiziente Schätzbasis erkannt, was den Aufbau einer handhabbaren Überschlagsrechnung erschwert (vgl. Andrews et al., 2021).

Ein wiederkehrendes Muster ist außerdem, dass Schätzen selbst dann nicht gewählt wird, wenn es naheliegt. Mehrere Untersuchungen zeigen, dass sich einige Schüler:innen bewusst gegen das Schätzen entscheiden, wenn eine exakte Berechnung in ihrem Rahmen der Möglichkeiten liegt (vgl. Andrews et al., 2021; Hunke, 2012b; Liu, 2009). Neben dieser Bevorzugung des genauen Rechnens gibt es Hinweise darauf, dass als Lösungsstrategie zuerst das genaue Ergebnis bestimmt wird und dieses anschließend gerundet wird, um ein Schätzergebnis vorzutäuschen (vgl. Hunke, 2012b). Dies könnte darauf hindeuten, dass viele Schüler:innen den Nutzen von Schätzungen nicht ausreichend erkennen oder dass im Unterricht eine starke Fokussierung auf exakte Berechnungen stattfindet.

2.1.3 Strategische Flexibilität und Förderansätze

Erfolgreiches Computational Estimation setzt ein breites Strategierepertoire sowie die Fähigkeit voraus, situations- und zielangemessen eine passende Strategie auszuwählen (vgl. Koenen & Varma, 2024; Star et al., 2010). Da die konkret beobachteten Vorgehensweisen stark variieren erscheint es für Forschung und

Unterricht oft hilfreicher, statt immer feinere Strategielisten mit übergeordneten Prozesskategorien wie Reformulation, Translation und Compensation zu arbeiten (vgl. Dowker et al., 1996; Reys et al., 1982).

Auch neuere Befunde unterstreichen die Bedeutung von Strategieb Breite und Strategierelevanz: Koenen & Varma (2024) berichten Zusammenhänge zwischen Schätzgenauigkeit, der Anzahl verwendeter Strategien und der Fähigkeit, die für eine Aufgabe passendste Strategie zu identifizieren, sowie mathematischer Leistung. Gleichzeitig weist die Studie darauf hin, dass solche Zusammenhänge sensibel gegenüber Kontrollvariablen sein können: Die genannten Assoziationen blieben nach Kontrolle für verbale Leistung nicht bestehen.

Dass solche Kompetenzen grundsätzlich förderbar sind, zeigen mehrere Interventionsstudien zu Computational Estimation. Erfolgreich waren unter anderem Unterrichtssequenzen zu mentalem Rechnen und Schätzen, computerbasierte Trainings, bei denen entweder bildhafte oder symbolische Aufgabenformate (nicht beides zugleich) die Genauigkeit und das Zutrauen verbesserten, sowie gezielte Strategie- und Vergleichssettings (vgl. Andrews et al., 2021).

2.1.4 Ergebnisverwendung und Plausibilitätsprüfung

Die Forschung zu Computational Estimation fokussiert überwiegend auf Schätzen als Fähigkeit – etwa auf Schätzgenauigkeit, Strategien und deren Zusammenhang mit weiteren Leistungsmerkmalen. Deutlich seltener wird jedoch untersucht, was Lernende mit einem Schätzergebnis im Lösungsprozess tatsächlich machen, welche Überlegungen sie dabei anstellen und inwiefern sie Schätzen als Werkzeug im Problemlösen nutzen. Zwar wird Schätzen im Rahmen von Number Sense teilweise als Tool benannt, häufig bleibt es dort jedoch bei der Einordnung als Teilkompetenz. Zugleich weisen einzelne Arbeiten darauf hin, dass vielen Lernenden der Zweck von Schätzen bzw. Überschlagsrechnen nicht hinreichend klar ist (vgl. Lübke (geb. Hunke), 2018; Sowder, 2006).

Einen konkreteren Einblick in solche Denkwege bietet Lübke (geb. Hunke, 2018) mit der Idee, dass der Überschlag als Modellrechnung fungiert, deren Ergebnis erst

interpretiert werden muss. Gerade bei indirekten Überschlagsfragen wie „Reicht das Geld?“ ist diese Interpretation zwingend, weil das Überschlagsergebnis in eine Entscheidung übersetzt werden muss. Bei direkten Fragen („Wie viel ungefähr?“) ist die Interpretationsanforderung weniger offensichtlich, kann aber durch Anschlussfragen wie „Liegt dein Überschlag über oder unter dem genauen Ergebnis?“ gezielt angestoßen und damit auch überprüfbar gemacht werden (vgl. Lübke (geb. Hunke), 2018; Star & Rittle-Johnson, 2009). Diese Unterscheidung verdeutlicht, dass Ergebnisverwendung nicht nur eine „Zusatzleistung“ ist, sondern eng daran gekoppelt ist, ob Lernende den Überschlag als Modell verstehen und ihn entweder mit dem Kontext oder mit einer genauen Rechnung in Beziehung setzen können.

Genau an dieser Schnittstelle zwischen Rechnung und Bedeutung berichten zusammenfassende Darstellungen wiederholt eine Diskrepanz zwischen mathematischem Wissen und seiner Anwendung in Kontexten: Lernende fokussieren sich häufig auf den Rechengvorgang, ohne den situativen Kontext zu beachten und zu verstehen (vgl. Deslis & Desli, 2023).

Eine zentrale Ausprägung dieser Verknüpfung von Rechnung und Bedeutung ist die Plausibilitätsprüfung („judgement of reasonableness“): Schätzergebnisse dienen dabei dazu, Ergebnisse einzuordnen und zu kontrollieren – sowohl im Hinblick auf die Rechnung als auch im Hinblick auf den Kontext. Deslis und Desli (2023) beschreiben hierzu einen wechselseitigen Zusammenhang: Einerseits wird ein Schätzwert oft an einer ersten groben Erwartung zur Größenordnung gespiegelt und bei Bedarf verfeinert, andererseits kann eine Schätzung genutzt werden, um Ergebnisse aus exakten Rechnungen oder dem Taschenrechner daraufhin zu prüfen, ob sie überhaupt plausibel sind. In empirischen Studien zeigt sich, dass die Plausibilitätsprüfung mittels Schätzen für viele Lernende keine verfügbare bzw. sicher beherrschte Strategie ist. Yang (2019) berichtet in einer Number-Sense-Studie, dass nur wenige Schüler:innen in der Lage waren, die Plausibilität von Rechenergebnissen mithilfe von Schätzungen zu überprüfen. Sofern es möglich war, wichen sie stattdessen auf exakte Berechnungen oder regelhafte Prozeduren (z. B. Dezimalstellen-Regeln) aus. In einer Untersuchung von Deslis & Desli (2023)

fallen die Leistungen griechischer Schüler:innen und Erwachsener zwar besser aus als in manchen vorangegangenen Studien, zugleich zeigen sich jedoch deutliche Unterschiede zugunsten der Erwachsenen. Zudem scheint Kontext Erwachsenen eher zu helfen, während Schüler:innen sich eher bei kontextfreien Aufgaben leichter tun.

2.1.5 Wahrgenommener Nutzen und Reflexion

Wenn Schätzen als Kontroll- oder Entscheidungshilfe im Problemlöseprozess dienen soll, setzt dies voraus, dass Lernende den Zweck des Schätzens erkennen und seine Rolle im Lösen und Überprüfen von Aufgaben reflektieren. Damit rückt neben der Ergebnisverwendung auch die Frage in den Blick, welchen Nutzen Lernende dem Schätzen zuschreiben und wie sie diese Handlungsdimension reflektieren.

Empirische Hinweise auf die Bedeutung eines solchen Zweckverständnisses finden sich besonders deutlich bei Erwachsenen bzw. angehenden Lehrkräften: In der Studie von Son et al. (2019) korrelieren Schätzleistungen positiv nicht nur mit mathematischer Rechenleistung, Selbstzuschreibungen zu mathematischem Wissen und zur eigenen Schätzfähigkeit, sondern insbesondere damit, ob Schätzen zweckgerichtet verstanden wird und welche Rolle dem Schätzen beziehungsweise auch dem Einsatz des Taschenrechners im Unterricht zugeschrieben wird. Der Befund legt nahe, dass Nutzenwahrnehmung und Performanz nicht unabhängig voneinander sind: Wer Schätzen als zielgerichtetes Werkzeug versteht, erzielt tendenziell bessere Ergebnisse als Personen, die Schätzen nur als routinierten Prozess ohne Funktion auffassen (vgl. Son et al., 2019).

Son et al. (2019) zeigen zudem, dass viele Lehrkräfte bzw. Lehramtsstudierende kein klares Verständnis von Computational Estimation haben und seine Bedeutung im Mathematikunterricht nur begrenzt sehen. Die Autor:innen diskutieren, dass eine geringe Betonung von Schätzen in der Unterrichtspraxis damit zusammenhängen kann. In dieser Perspektive ist Nutzenwahrnehmung nicht nur ein Merkmal einzelner Lernender, sondern potenziell auch eine Folge von Unterrichtskultur und Erfahrungsräumen, in denen Schätzen entweder als sinnvolles Werkzeug etabliert wird oder als „zweitrangig“ gegenüber exakter Rechnung erscheint.

Auch im Bereich des Überschlagsrechnens wird diese Deutung gestützt. Lübke (geb. Hunke, 2018) betont, dass bislang vergleichsweise selten erforscht wurde, inwiefern Lernende Überschlagsrechnen tatsächlich verstehen und ihm Sinn beimessen. Konzeptuelle Komponenten des Überschlagsprozesses umfassen dabei nicht nur das Wissen, dass mit ungefähren Zahlen gerechnet wird, sondern auch die Akzeptanz einer Vielfalt an Lösungen und Lösungswegen, die Einsicht, dass Genauigkeit kontextabhängig ist und das Wissen um den operativen und inhaltlichen Zusammenhang zwischen Überschlag und genauer Rechnung (Überschlag als Modell), der interpretiert werden muss (vgl. Lübke (geb. Hunke), 2018; J. T. Sowder & Wheeler, 1989).

2.2 Schätzen in Lehrplänen

Während Abschnitt 2.1 den Forschungsstand zu Computational Estimation bündelt (als Schwerpunkt der empirischen Erhebung), weiten die folgenden Abschnitte die Perspektive auf Schätzen allgemein, da die vorliegende Arbeit in diesen Bereichen insgesamt mehrere Schätzarten berücksichtigt.

In der Literatur wird häufig kritisiert, dass Schätzen in Lehrplänen und Schulbüchern zu wenig Beachtung findet. Zwei neuere Analysen der Lehrpläne aus Schweden, Norwegen, Dänemark, sowie England, Nordirland, Schottland und Wales zeigen, dass diese Problematik weiterhin besteht. Während Computational Estimation meist als Methode zur Ergebnisprüfung integriert ist, fehlt es an einer tiefergehenden Auseinandersetzung mit Strategien und Prozessen. Measurement Estimation ist zwar in den meisten Curricula enthalten, jedoch oft auf spezifische Anwendungsbereiche begrenzt. Der Prozess des Schätzens selbst wird selten thematisiert, was dazu führen kann, dass Lehrkräfte unsicher sind, wie sie diese Kompetenz im Unterricht vermitteln sollen. Quantity Estimation ist nur vereinzelt vorhanden, während Number Line Estimation kaum berücksichtigt wird. Insgesamt bleibt das Thema Schätzen auch in aktuellen Curricula unzureichend verankert (vgl. Andrews et al., 2022; Sayers et al., 2020; Sunde et al., 2022). Vor dem Hintergrund dieser internationalen Befunde stellt sich die Frage, welche Rolle das Schätzen im österreichischen Lehrplan einnimmt. Dieser Aspekt wird im weiteren Verlauf der Arbeit aufgegriffen und untersucht.

2.3 Schätzen in Schulbüchern

Schulbücher stellen im Schulalltag ein zentrales Hilfsmittel und einen wichtigen Anhaltspunkt für Lehrpersonen dar (vgl. Rezat, 2011). Ihnen wird aus bildungspolitischer Perspektive eine zentrale Vermittlungsfunktion zwischen curricularen Intentionen und der konkreten Unterrichtspraxis zugeschrieben, da sie Lehrplanvorgaben in Unterrichtsinhalte „übersetzen“, Themen strukturieren und durch Aufgaben sowie Aktivitäten den Unterricht maßgeblich prägen (vgl. Pepin & Haggarty, 2001; Rezat, 2011; Valverde et al., 2002).

Empirische Befunde deuten darauf hin, dass Lehrpersonen Schulbücher weiterhin als wichtiges curriculares und instruktives Werkzeug wahrnehmen. Gleichzeitig adaptieren, ergänzen oder ersetzen sie Materialien häufig, sodass Inhaltsschwerpunkte oft stark am Schulbuch orientiert sind, die konkrete Unterrichtsgestaltung aber variieren kann (vgl. Janko & Pešková, 2017).

In einer vergleichenden Studie über drei Länder berichten Pepin und Haggarty (2001), dass Schulbücher vor allem zur Bereitstellung von Übungsaufgaben genutzt werden. In welchem Ausmaß sie darüber hinaus für Erklärungen und Regelsetzungen herangezogen werden, variiert zwischen den untersuchten Ländern (vgl. Pepin & Haggarty, 2001). Aus Sicht der Lernenden dienen Schulbücher primär als Unterstützung bei der Bearbeitung von Aufgaben, während weitere Nutzungen (z. B. Erarbeiten neuer Inhalte, interesselmotiviertes Lernen, metakognitive Zwecke) deutlich seltener genannt werden (vgl. Rezat, 2011).

Obwohl es Literatur zur Analyse von Schulbüchern und zu deren Verwendung im Unterricht gibt, lässt sich in Bezug auf „Schätzen“ in Schulbüchern insgesamt nur vergleichsweise wenig spezifische Forschung finden, verfügbar sind eher Studien zu einzelnen Schätzformen in spezifischen Kontexten (eigene Recherche, basierend auf der Literatursichtung für diese Arbeit).

Ein solcher Befund ergibt sich etwa bei Sayers et al. (2021), wo Schätzen als eine Kategorie innerhalb einer Untersuchung zu „Foundational Number Sense“ erscheint. In ihrer Analyse von drei schwedischen Mathematik-Schulbüchern der 1. Schulstufe wurde unter anderem die Kategorie „Estimation“ berücksichtigt

(„Estimate, whether it be the size of a set or an object“ (Sayers et al., 2021) – also im Sinne von Measurement und Quantity). Das Ergebnis zeigt, dass diese Kategorie in den analysierten Materialien nahezu nicht vorkam (vgl. Sayers et al., 2021).

Ein weiteres Beispiel in einem spezifischen Kontext ist die Analyse von Hoth et al. (2025) zu Lerngelegenheiten für Längenschätzen in deutschen Grundschulbüchern. Dabei wurden insgesamt 100 Schätzsituationen identifiziert, wobei bei Aufgaben mit mehreren potenziellen Schätzanforderungen jeweils von der minimalen Anzahl an Schätzsituationen ausgegangen wurde. Autor:innen berichten, dass bestimmte situative Ausprägungen von Schätzaufgaben unterrepräsentiert sind (z. B. Objekte, die nicht physisch präsent sind) und dass sich Verteilungen einzelner Merkmale zwischen den Schulbuchreihen unterscheiden. Zudem werden fast ausschließlich Standardmaßeinheiten verwendet, Aufgaben mit Referenzgrößen kommen nur vereinzelt vor und variieren kaum in ihrer Ausgestaltung. Ergänzend wird ein Abgleich der Aufgabenmerkmale mit Kompetenzprofilen berichtet, der teils Übereinstimmungen, teils auch Diskrepanzen nahelegt (vgl. Hoth et al., 2025).

Neben der Frage, wie häufig Schätzaufgaben vorkommen, kann auch deren Gestaltung relevant sein. Chang et al. (2011) zeigen am Beispiel von Aufgaben zum Schätzen von Längenmaßen, dass Aufgabenstellungen zentrale Elemente einer Schätzung (z. B. Attribut und Einheit) nicht immer explizit machen, was Lernprozesse beeinflussen kann (vgl. Chang et al., 2011). Die vorliegende Schulbuchanalyse fokussiert jedoch zunächst auf das Vorkommen bzw. die Häufigkeit von Schätzaufgaben, eine qualitative Untersuchung der Aufgabenformate wäre ein weiterführender Analyseschritt.

Aus der Literatur lässt sich ableiten, dass Schulbücher als zentrale Vermittlungsinstanz zwischen Lehrplan und Unterricht mitprägen, ob und wie Schätzen im Unterricht aufgegriffen wird (vgl. Janko & Pešková, 2017; Pepin & Haggarty, 2001; Rezat, 2011; Valverde et al., 2002). Zugleich weisen vorhandene Studien darauf hin, dass Schätzen in Schulbüchern teils selten vorkommt bzw. Aufgaben nicht immer klar strukturieren, was für Lern- und Unterrichtsprozesse relevant sein kann (vgl. Chang et al., 2011; Sayers et al., 2021). Vor diesem Hintergrund wird die Frage, wie Schätzen in ausgewählten österreichischen

Schulbuchreihen der Sekundarstufe I umgesetzt wird, im Rahmen der späteren Schulbuchanalyse aufgegriffen.

3 Theoretischer Rahmen

3.1 Definition und Arten des Schätzens

In der vorliegenden Arbeit wird Schätzen als das begründete Bestimmen eines Näherungswertes verstanden, wenn ein exakter Wert nicht verfügbar, nicht erforderlich oder nicht effizient ist. Schätzen wird dabei nicht als bloßes Raten aufgefasst, sondern als näherungsorientierter Prozess, der auf Wissen, Referenzen oder Vereinfachungen zurückgreift.

Im Zusammenhang mit Näherungsverfahren ist zudem zwischen Schätzen („estimation“) und Approximieren („approximation“) zu unterscheiden. Hunke (2012) fasst nach Hall (1984) und Thompson (1979) eine Unterscheidung zusammen, wonach Schätzen bzw. Überschlagen als „wohlbegründete Vermutung“ bzw. an Stützpunkten orientiertes Raten verstanden werden kann, während Approximieren darauf abzielt, durch grundsätzlich exakte Verfahren so nah wie nötig an den genauen Wert zu gelangen, etwa indem eine Rechnung vorzeitig beendet wird. Auch wenn die Begriffe in der Literatur nicht einheitlich verwendet werden und Übergänge fließend sein können, wird diese Abgrenzung in der vorliegenden Arbeit als Orientierung verwendet (vgl. Hunke, 2012).

Lange Zeit wurde in der Literatur zwischen drei Hauptarten des Schätzens unterschieden: *computational estimation* (rechnendes Schätzen), *measurement estimation* (Messschätzen) und *quantity estimation* (zählendes Schätzen). In jüngerer Forschung wird diese Einteilung um eine vierte Form ergänzt, die als *number line estimation* (Zahlenwert-Schätzen) bezeichnet wird. In ihrer Literaturarbeit stellen Sayers et al. (2020) diese vier Arten des Schätzens vor, die im Folgenden näher erläutert werden.

3.1.1 Computational Estimation (Rechnendes Schätzen)

Beim rechnenden Schätzen wird ein mathematisches Problem so weit vereinfacht, dass es mit Hilfe mentaler, gegebenenfalls auch schriftlich unterstützter Berechnungen ein zufriedenstellendes Ergebnis liefert (vgl. Ainsworth et al., 2002). Ziel ist dabei, anstatt des exakten Ergebnisses eine passende Größenordnung zu

bestimmen (vgl. Campbell, 2005). Im Deutschen bezeichnet man diese Rechnungen meist als Überschlagsrechnungen. In manchen Arbeiten werden Schätzen und Überschlagsrechnen als verwandte, jedoch nicht äquivalente Tätigkeiten unterschieden (vgl. Hunke, 2012). In der vorliegenden Arbeit wird Überschlagsrechnen als Form des Computational Estimation verstanden. Diese Schätztechnik ist nicht nur eine wichtige Fertigkeit im Alltag, sondern fördert auch das tiefere Verständnis mathematischer Zusammenhänge bei Schüler:innen (vgl. Andrews et al., 2022; Sayers et al., 2020).

3.1.2 Measurement Estimation (Messschätzen)

Measurement Estimation ist die Fähigkeit, Größen oder Distanzen ohne Messwerkzeuge abzuschätzen. Diese Art des Schätzens kommt besonders in alltäglichen Situationen zum Einsatz, in denen genaue Berechnungen oder Messungen entweder nicht möglich oder unnötig sind. Auch in professionellen Bereichen, in denen Mathematik angewendet wird, stellt Messschätzen ein unverzichtbares Werkzeug dar. Allerdings sind viele Lehrkräfte unsicher, wie sie diese Kompetenz gezielt unterrichten können, und auch Mathematikbücher bieten in diesem Zusammenhang oft nur wenig Hilfestellung (vgl. Andrews et al., 2022; Sayers et al., 2020).

3.1.3 Quantity Estimation (Zählendes Schätzen)

Hierbei geht es um das Schätzen der Anzahl von Objekten, ohne sie tatsächlich zu zählen. Eine häufige Übung zur Förderung des Umgangs mit großen Zahlen sind sogenannte Fermi-Probleme, die in den letzten Jahren vermehrt in den Unterricht integriert wurden. Diese Art des Schätzens hilft, das Verständnis für Größenordnungen und ungefähre Mengen zu schulen, und ist auch für die Entwicklung von Kardinalitäten von Bedeutung (vgl. Andrews et al., 2022; Sayers et al., 2020).

3.1.4 Number Line Estimation (Zahlenwert-Schätzen)

Die Fähigkeit, die Position einer Zahl auf einer Zahlengeraden einzuschätzen oder das Verhältnis von Zahlen zueinander zu verstehen, fällt unter diese Kategorie. Besonders bei jüngeren Kindern zeigt sich oft eine Tendenz, kleinere Zahlen weiter

auseinander zu platzieren als größere, was zu einem logarithmischen Muster führt. Die Entwicklung der Fähigkeit, Referenzpunkte auf einer Zahlengeraden korrekt zu nutzen, ist entscheidend und wächst in der Regel mit dem Alter. Wenn sich diese Fähigkeit jedoch nicht wie erwartet entwickelt, kann dies ein Indikator für mögliche mathematische Lernschwierigkeiten sein (vgl. Andrews et al., 2022; Sayers et al., 2020).

3.2 Computational Estimation: Strategien und Denkprozesse beim Schätzen

Computational Estimation umfasst mentale Rechenprozesse, bei denen nicht der exakte, sondern ein plausibler Näherungswert bzw. ein Näherungsbereich bestimmt wird. In der Literatur wird dabei betont, dass Personen nicht nur eine einzelne Vorgehensweise nutzen, sondern je nach Aufgabenmerkmalen unterschiedliche Strategien auswählen und kombinieren. Eine zentrale Grundlage für erfolgreiche Schätzungen ist, dass prozedurales und konzeptionelles Wissen flexibel eingesetzt werden kann. Dieser Aspekt wird in der Forschung häufig unter dem Begriff „strategy flexibility“ diskutiert. Darunter wird verstanden, dass Lernende und Erwachsene mehrere Strategien beherrschen, diese situationsangemessen auswählen und effizient ausführen können. Verwandte Konstrukte sind „strategy adaptivity“ (Anpassung an Aufgabenmerkmale), „strategy appropriateness“ (Passung), „strategy efficiency“ (Effizienz) sowie „procedural flexibility“ (vgl. Koenen & Varma, 2024).

Um die Vielzahl konkreter Vorgehensweisen zu strukturieren, werden Strategien häufig in übergeordnete Kategorien gefasst. Dowker et al. (1996) unterscheiden zwei Strategieklassen: „Class One“ umfasst „all purpose“- und schulnah vermittelte Strategien, die als allgemein einsetzbare Verfahren genutzt werden und nicht spezifisch an die Besonderheiten einer Aufgabe angepasst sind (z. B. Rundungsstrategien oder algorithmisches Vorgehen). Class Two beinhaltet Strategien, die gezielt auf die Merkmale des jeweiligen Problems abgestimmt sind und ein tieferes konzeptionelles Verständnis erfordern (z. B. Arbeiten mit Brüchen oder „nice/compatible numbers“).

Obwohl es aufgrund der Vielzahl an Strategien und Mischformen wenig produktiv ist, eine vollständige Auflistung anzustreben, lassen sich häufig berichtete Strategietypen benennen. Tabelle 1 gibt eine Übersicht zentraler Strategien nach Dowker et al. (1996).

Tabelle 1: Strategieklassen und Strategietypen im Computational Estimation nach Dowker et al. (1996)

Klasse	Strategie	Kurzbeschreibung / typische Umsetzung
Class 1	Rounding two numbers	Beide Zahlen werden gerundet.
	Rounding one number	Nur eine Zahl wird gerundet (die andere bleibt im Wesentlichen unverändert).
	Proceeding algorithmically	Es wird ein (vereinfachter) Standardalgorithmus verwendet und mit groben Zwischenschritten gerechnet.
Class 2	Use of fractions	Bruchbeziehungen oder Umformungen in Brüche werden genutzt, um einfacher zu rechnen.
	Using known or nice numbers	Zahlen werden in „passendere“ (kompatible) Zahlen umgeformt, die leichter zu verarbeiten sind und nicht bloß Rundungen sind.
	Factorisation	Zahlen werden faktorisiert oder über gemeinsame Faktoren vereinfacht, um die Rechnung zu erleichtern.
	Distributivity	Das Distributivgesetz wird genutzt, um die Rechnung in leichter berechenbare Teile zu zerlegen.
	Other categories	Seltene oder sehr individuelle Vorgehensweisen, die nicht in die anderen Kategorien passen.

Neben Strategielisten werden in der Literatur auch übergeordnete kognitive Prozesse beschrieben, die sich in vielen konkreten Strategien wiederfinden. Reys et al. (1982) identifizieren drei solche Schlüsselprozesse, die eng mit erfolgreichem Schätzen verbunden sind:

- **Reformulation (Umformung numerischer Daten):** Zahlen werden so verändert, dass sie mental leichter zu verarbeiten sind, ohne die Struktur der Aufgabe zu verändern. Dazu zählen beispielsweise das Arbeiten mit führenden Stellen (front-end), Rundungen auf geeignete Vielfache sowie das Ersetzen durch kompatible Zahlen oder näherungsweise äquivalente Darstellungen. So kann etwa die Aufgabe $28 + 32 + 34$ zu $30 + 30 + 30$ vereinfacht werden, um eine schnelle Überschlagsrechnung zu ermöglichen.
- **Translation (Umstrukturierung des Problems):** Die mathematische Struktur wird verändert, um die Rechnung zu vereinfachen, etwa durch Umordnen von Rechenschritten oder Umformen von Operationen in äquivalente Formen. Translation unterscheidet sich damit von Reformulation, weil nicht (nur) Zahlen vereinfacht werden, sondern die Aufgabenstruktur gezielt reorganisiert wird. Beispielsweise kann der Ausdruck $28 + 32 + 34$ als näherungsweise $30 \cdot 3$ interpretiert werden.
- **Compensation (Ausgleich/Kompensation):** Umformungen und Umstrukturierungen führen häufig zu Abweichungen vom ursprünglichen Ausdruck. Compensation bezeichnet Anpassungen, die diese Abweichungen berücksichtigen – entweder während der Rechnung (Intermediate Compensation, z. B. Trade-offs in Zwischenschritten) oder als abschließende Korrektur (Final Compensation), die die Relation zwischen Schätzwert und exaktem Ergebnis reflektiert. Wird beispielsweise $49 \cdot 18$ zunächst zu $50 \cdot 20$ vereinfacht, ergibt sich eine Schätzung von 1000. Da 18 auf 20 gerundet wurde, wird das Ergebnis anschließend grob um $2 \cdot 50 = 100$ angepasst, sodass eine Schätzung von etwa 900 entsteht.

Beispielhaft treten diese Prozesse auch kombiniert auf: Bei $0,49 \cdot 18$ kann zunächst eine Reformulation erfolgen ($0,49 \approx 0,5$). Anschließend wird die Aufgabenstruktur übersetzt ($0,5 \cdot 18$ als „die Hälfte von 18“). Da die ursprüngliche Zahl leicht kleiner ist, kann schließlich eine Compensation erfolgen, indem das Ergebnis geringfügig nach unten angepasst wird.

Der prozessorientierte Zugang verdeutlicht, warum viele Strategien in der Praxis Mischformen sind: Konkrete Vorgehensweisen lassen sich häufig als Kombinationen aus Reformulation/Translation plus Compensation beschreiben. Andrews et al. (2022) berichten zudem, dass diese drei Prozesse konsistent über unterschiedliche Kulturen und Altersgruppen hinweg identifiziert werden.

Koenen & Varma (2024) liefern erste Hinweise auf einen weiteren Schätzprozess, den sie *Partitioning* nennen. Dabei wird überlegt, wie oft eine Zahl in eine größere Zahl „hineinpasst“. Solche Befunde verdeutlichen, dass Strategiekategorien und Prozesse in der Forschung nicht vollständig abgeschlossen sind, sondern je nach Aufgabenformat und Analysezugang weiter ausdifferenziert werden können.

4 Lehrplananalyse

4.1 Methodik

In Österreich sind die staatlichen Vorgaben für den Unterricht in Lehrplänen festgelegt, die als bundesrechtliche Verordnungen erlassen werden. Diese Lehrpläne gelten für alle Schulen einer bestimmten Schulart und haben somit verbindlichen Charakter. Eine Analyse des Lehrplans ist daher unerlässlich, wenn untersucht werden soll, in welcher Form das Schätzen im Unterricht vorgesehen ist.

Der Aufbau der Lehrpläne folgt einem einheitlichen Muster: Zunächst werden allgemeine Bildungsziele sowie grundlegende Kompetenzorientierungen und didaktische Grundsätze formuliert. Darauf folgen übergreifende Themen und organisatorische Rahmenbedingungen, einschließlich Stundentafeln. Den Kern bilden schließlich die Fachlehrpläne. Diese enthalten für jedes Unterrichtsfach die Bildungs- und Lehraufgabe, fachspezifische Kompetenzmodelle und -bereiche, didaktische Grundsätze, auf die Schulstufen aufgeschlüsselte Kompetenzbereiche und Anwendungsbereiche, in denen die Kompetenzbeschreibungen anhand des Lehrplans präzisiert werden, sowie Vorschläge zum Einsatz digitaler Technologien (vgl. Lehrpläne – allgemeinbildende höhere Schulen, 2024).

Soll untersucht werden, welche Rolle das Schätzen im Mathematikunterricht einnimmt, ist daher zu prüfen, in welchem Umfang und an welchen Stellen dieses Thema im Lehrplan verankert ist. Auf diese Weise wird sichtbar, welche Erwartungen der Staat an die Lehrkräfte richtet und welche Spielräume für die Gestaltung des Unterrichts vorhanden sind.

Die Vorgehensweise bei der Lehrplananalyse orientiert sich an zwei Studien, in denen Lehrpläne aus Schweden, Norwegen, Dänemark sowie aus England, Schottland, Wales und Nordirland untersucht wurden (vgl. Andrews et al., 2022; Sunde et al., 2022). In diesen Arbeiten wurden die jeweiligen Lehrpläne und weitere relevante länderspezifische Dokumente systematisch nach Schlüsselbegriffen zum Themenfeld Schätzen durchsucht, die identifizierten Passagen kategorisiert und ausgewertet.

Da der Fokus dieser Arbeit auf der Sekundarstufe I liegt, werden die Lehrpläne für die Mittelschule (Lehrplan der Mittelschule, 2025) sowie die Sekundarstufe I der Allgemeinbildenden Höhere Schulen (AHS) (Lehrpläne – allgemeinbildende höhere Schulen, 2024) berücksichtigt.

Die Analyse für die vorliegende Arbeit beschränkt sich auf den Fachlehrplan für Mathematik. Wesentliche Abschnitte des österreichischen Lehrplans werden dabei vollständig durchgesehen und relevante Passagen direkt markiert. Ergänzend werden die von Andrews et al. (2022) und Sunde et al. (2022) verwendeten Schlüsselbegriffe ins Deutsche übersetzt und für eine gezielte Suche herangezogen, um sicherzustellen, dass keine signifikanten Stellen übersehen werden. Diese Vorgehensweise führt jedoch zu keinen zusätzlichen Funden.

In einem zweiten Schritt werden alle identifizierten Passagen hinsichtlich ihrer Relevanz geprüft und anschließend den vier Formen des Schätzens zugeordnet.

Ergebnisse zum Thema „Wahrscheinlichkeiten schätzen“ werden exkludiert, da diese nicht den vier Kategorien des Schätzens zugeordnet werden können, die in dieser Arbeit behandelt werden. Ebenso werden Approximationen nicht berücksichtigt, da sie gemäß der im theoretischen Rahmen vorgenommenen Begriffsabgrenzung nicht als Schätzen codiert werden (vgl. Hunke, 2012).

4.2 Ergebnisse

Die Analyse der österreichischen Lehrpläne für Mathematik in der Sekundarstufe I (Mittelschule und AHS-Unterstufe) zeigt, dass das Schätzen in mehreren Kompetenzbereichen thematisiert wird. Die Lehrpläne der Mittelschule und der AHS unterscheiden sich nur in wenigen Details. Alle relevanten Stellen, die gefunden wurden, stimmen in beiden Lehrplänen überein, deshalb werden sie im Folgenden gemeinsam als ein Lehrplan behandelt. Mit dem Eintritt in die Sekundarstufe I beginnt in Österreich die Zählung der Klassenstufen erneut. Somit entspricht die 1. Klasse der 5. Schulstufe, die 2. Klasse der 6. Schulstufe, die 3. Klasse der 7. Schulstufe und die 4. Klasse der 8. Schulstufe.

Insgesamt lassen sich Vorkommen in den allgemeinen didaktischen Grundsätzen und der Beschreibung des Kompetenzmodells sowie in den Kompetenzbereichen

„Zahlen und Maße“ sowie „Figuren und Körper“ in verschiedenen Klassenstufen identifizieren. Ordnet man diese Befunde den vier in der Literatur beschriebenen Schätzformen – Computational Estimation, Measurement Estimation, Number Line Estimation und Quantity Estimation – zu, so zeigt sich eine deutliche Schwerpunktsetzung: Während Computational und Measurement Estimation mehrfach und über mehrere Schulstufen hinweg auftreten (siehe Tabelle 2), bleiben Number Line und Quantity Estimation gänzlich unberücksichtigt.

Tabelle 2: Vorkommen der Schätzarten im österreichischen Lehrplan der 1.-4. Klasse (5.-8. Schulstufe)

	Computational Estimation	Measurement Estimation	Number Line Estimation	Quantity Estimation
Allgemein	Abschätzen von Größenordnungen, Überschlagsrechnungen	–	–	–
1. Klasse	Überschlagsrechnungen, Schranken ermitteln, Rechenergebnisse abschätzen	Größenschätzungen, Winkelschätzungen, Abschätzen von Flächeninhalten	–	–
2. Klasse	Schranken ermitteln, Rechenergebnisse abschätzen	–	–	–
3. Klasse	–	–	–	–
4. Klasse	Näherungsweise Berechnen von Quadratwurzeln	Evtl. Kreisflächen näherungsweise ermitteln	–	–

4.2.1 Computational Estimation

Die Bedeutung von Überschlagsrechnungen wird im österreichischen Lehrplan an mehreren Stellen erwähnt. In den didaktischen Grundsätzen wird das „sichere Kopfrechnen, um durch Überschlagsrechnungen – nach geeigneter Rundung – Ergebnisse abschätzen zu können“ hervorgehoben.

Im Kompetenzbereich „Zahlen und Maße“ der 1. Klasse sollen Schüler:innen Zahlen runden und Ergebnisse überschlagsweise ermitteln. Zusätzlich wird hier auch das Ermitteln von Schranken genannt, also das Bestimmen oberer und unterer Grenzen von Rechenergebnissen (z. B. $23 \cdot 46$ liegt zwischen $20 \cdot 40$ und $30 \cdot 50$).

In der 2. Klasse wird dies im Rahmen einer Wiederholung der Inhalte der 1. Klasse erneut aufgegriffen. Auch hier wird verlangt, dass Schüler:innen Rechenergebnisse abschätzen und Schranken bestimmen können.

Eine Besonderheit zeigt sich in der 4. Klasse des AHS-Lehrplans im Zusammenhang mit dem Wurzelziehen. Dort wird das „näherungsweise Berechnen bzw. Schätzen von Quadratwurzeln durch systematisches Probieren“ gefordert. Obwohl der Lehrplan hier explizit den Begriff Schätzen verwendet, lässt sich die Anforderung aber auch als systematisches Approximationsverfahren verstehen, das weniger auf heuristische Schätzstrategien abzielt, sondern auf ein schrittweises algorithmisches Vorgehen. Damit bewegt sich dieser Lehrplanpunkt an der Schnittstelle zwischen Computational Estimation und formalen Näherungsverfahren.

4.2.2 Measurement Estimation

Auch Mess- und Größenschätzungen sind mehrfach Teil des Lehrplans. In der 1. Klasse werden Schüler:innen angeleitet, Größen wie Längen, Flächeninhalte oder Zeitspannen anhand von Stützpunktvorstellungen also durch den Vergleich mit Alltagsgrößen abzuschätzen. Dabei sollen die Schüler:innen ihre Vorstellungen mit den entsprechenden Maßeinheiten verbinden.

Ebenso wird das Schätzen von Winkeln gefordert. Das Schätzen von Flächeninhalten erscheint nicht nur im Bereich Zahlen, sondern wird im Kompetenzbereich „Figuren und Körper“ nochmals eigens aufgegriffen, dort konkret in Form des Abschätzens durch Auslegen und Überdecken mit Rechtecken.

In der 4. Klasse werden weitere Inhalte aufgenommen, darunter das „experimentelle Ermitteln von Näherungswerten für π “ sowie das „allenfalls näherungsweise Bestimmen des Flächeninhalts von Kreisen“. Diese Vorgaben sind nicht eindeutig einer Schätzung zuzuordnen, sondern können abhängig von der konkreten Umsetzung eher als Schätzaufgabe oder als Verfahren der Approximation verstanden werden.

4.2.3 Number Line Estimation

Für die Kategorie Number Line Estimation finden sich im österreichischen Lehrplan keine expliziten Vorgaben. Die Zahlengerade selbst ist jedoch über alle vier Klassen hinweg ein wichtiges didaktisches Hilfsmittel. Bereits in der 1. Klasse sollen Schüler:innen Zahlen als Punkte am Zahlenstrahl darstellen und Rechenoperationen anschaulich machen. In den folgenden Jahren wird diese Arbeit systematisch vertieft: Brüche und Dezimalzahlen werden am Zahlenstrahl dargestellt, verglichen und geordnet, ganze Zahlen in außermathematischen Kontexten wie Temperatur oder Kontostand interpretiert, und Additionen, Subtraktionen sowie in einfachen Fällen auch Multiplikationen als Bewegungen auf der Zahlengeraden veranschaulicht. Schließlich werden in der 4. Klasse rationale Zahlen auf der Zahlengeraden dargestellt und Rechenoperationen durchgeführt.

Damit ist die Zahlengerade im Lehrplan klar und durchgehend präsent, allerdings handelt es sich dabei stets um exakte Darstellungen mathematischer Sachverhalte, nicht um Schätzaufgaben. Ein Bezug zum Schätzen wäre lediglich implizit denkbar, wenn Lernende beispielsweise die ungefähre Position eines Bruchs oder einer Dezimalzahl zwischen zwei ganzzahligen Punkten bestimmen. Solche Überlegungen werden im Lehrplan jedoch nicht ausdrücklich angesprochen. Damit bleibt Number Line Estimation im österreichischen Curriculum nur indirekt angedeutet und ist nicht systematisch verankert.

4.2.4 Quantity Estimation

Die vierte Schätzform, Quantity Estimation, kommt im Lehrplan nicht vor. Weder in Form expliziter Aufgaben zum Abschätzen von Anzahlen noch implizit durch Hinweise auf Mengen oder Häufigkeiten findet sich ein Bezug.

4.2.5 Zusammenfassung

Die Lehrplananalyse zeigt, dass in den österreichischen Lehrplänen für die Sekundarstufe I vor allem Computational Estimation und Measurement Estimation berücksichtigt werden. Beide Formen sind bereits in der 1. Klasse vertreten, wobei Computational Estimation und Measurement Estimation in unterschiedlichen Kontexten aufgegriffen werden. In der 2. Klasse wird Computational Estimation

erneut thematisiert, während Measurement Estimation hier nicht vorkommt. Für die 3. Klasse finden sich keine Bezüge zum Schätzen. In der 4. Klasse treten schließlich Aufgabenstellungen hinzu, die abhängig von der Interpretation entweder dem Schätzen oder Verfahren der Approximation zugeordnet werden können. Neben den Jahrgangsvorgaben ist Computational Estimation in den allgemeinen didaktischen Grundlagen des Lehrplans festgehalten. Im Kompetenzmodell wird außerdem klargestellt, dass zum Rechnen auch das Abschätzen von Größenordnungen gehört. Number Line Estimation oder Quantity Estimation sind im Lehrplan hingegen nicht explizit enthalten.

5 Schulbuchanalyse

5.1 Methodik

Zusätzlich zur Lehrplananalyse ist es sinnvoll, auch die Schulbücher in die Untersuchung einzubeziehen. Sie werden von privaten Verlagen erstellt und müssen ein staatliches Zulassungsverfahren durchlaufen, in dem geprüft wird, ob sie mit den Vorgaben der Lehrpläne übereinstimmen. Nur zugelassene Bücher können über die sogenannte „Schulbuchaktion“ vom Staat finanziert und den Schüler:innen kostenlos zur Verfügung gestellt werden. Zwar sind sie rechtlich nicht verbindlich, sie prägen aber in der Praxis den Unterricht erheblich, da viele Lehrpersonen sie als Grundlage für ihre Planung und Durchführung verwenden. In den Schulbüchern wird sichtbar, wie die im Lehrplan formulierten Vorgaben konkret aufbereitet, erklärt und mit Aufgabenmaterial unterlegt werden (vgl. Janko & Pešková, 2017; Pepin & Haggarty, 2001; Rezat, 2011; Valverde et al., 2002). Eine Schulbuchanalyse ergänzt daher die Lehrplananalyse, indem sie Einblicke in die tatsächliche Umsetzung und Zugänglichkeit von Themen wie dem Schätzen gibt. Während der Lehrplan zeigt, was vorgesehen ist, verdeutlichen die Schulbücher, wie dieses Ziel in typischen Unterrichtsmaterialien aufgegriffen und didaktisch ausgestaltet wird.

Für die Analyse wurden drei Schulbuchreihen der Sekundarstufe I herangezogen:

- Thema Mathematik (Dorfmayr et al., 2018a, 2018b, 2019a, 2019b),
- Genial! Mathematik (Beer et al., 2017b, 2017a, 2017c, 2017d) und
- Das ist Mathematik (Humenberger et al., 2017a, 2017b, 2019, 2020).

Die Auswahl dieser Reihen erfolgte auf Grundlage ihrer Verfügbarkeit für die Autorin, ihrer vergleichsweise aktuellen Erscheinungsjahre sowie der Tatsache, dass sie von drei unterschiedlichen Verlagen stammen. Damit bietet die Untersuchung einen Einblick in verschiedene Ansätze der Umsetzung der Lehrplanvorgaben innerhalb des österreichischen Schulbuchwesens.

Im ersten Schritt wurden alle Aufgaben markiert, die explizite oder implizite Schätzanteile enthielten. In einem zweiten Durchgang erfolgte eine Überprüfung

dieser Markierungen sowie die Zuordnung zu den Schätzarten und den während der Analyse induktiv entwickelten Unterkategorien. Als Analyseeinheit galt jeweils eine im Schulbuch ausgewiesene Aufgabennummer. Eine Aufgabe wurde als Schätzaufgabe gezählt, wenn sie mindestens einen Schätzanteil enthielt. Aufgaben, die sowohl durch Schätzen als auch durch exakte Berechnungen lösbar waren, wurden ausgeschlossen, da in der Schulpraxis in solchen Fällen in der Regel die exakte Berechnung bevorzugt wird. Vorgerechnete Beispiele und erläuternde Passagen wurden nicht in die Auswertung aufgenommen, sondern separat erfasst.

Die Kodierung erfolgte mithilfe einer Exceltabelle, in der für jede markierte Aufgabe das Schulbuch, die Aufgabennummer, die Schätzart, die jeweilige Kategorie sowie die Aufgabenstellung stichwortartig dokumentiert wurden. Die Kategorien wurden während der Analyse schrittweise entwickelt, anschließend überprüft und teilweise zusammengeführt oder angepasst. Uneindeutige Fälle wurden im zweiten Durchgang erneut kontrolliert und überarbeitet. Einzelne Aufgaben wurden zudem als illustrative Beispiele markiert, die im Ergebnisteil exemplarisch dargestellt werden.

Für die Auswertung wurden die Daten nach Schulbüchern und Schulstufen aggregiert, um die Häufigkeiten der Schätzarten und Unterkategorien sowie deren Verteilung über die Jahrgänge hinweg zu erfassen.

5.2 Ergebnisse

Die Auswertung der drei analysierten Schulbuchreihen zeigt deutliche Unterschiede in der Verteilung von Aufgaben mit Schätzanteilen über die einzelnen Schulstufen hinweg (vgl. Abbildung 1). In der 5. Schulstufe ist die Anzahl solcher Aufgaben deutlich höher als in den Schulstufen 6 bis 8. Insgesamt nimmt ihre Häufigkeit bis zur 7. Schulstufe kontinuierlich ab, bevor in der 8. Schulstufe wieder einzelne Aufgaben zu finden sind. In der Reihe „Genial! Mathematik“ ist in der 8. Schulstufe eine vergleichsweise hohe Anzahl zu verzeichnen, was auf eine Seite mit sieben Fermiaufgaben zurückzuführen ist. Während in der 5. Schulstufe überwiegend kurze Überschlagsrechnungen vorkommen, enthalten die höheren Jahrgänge auch komplexere Schätzaufgaben.

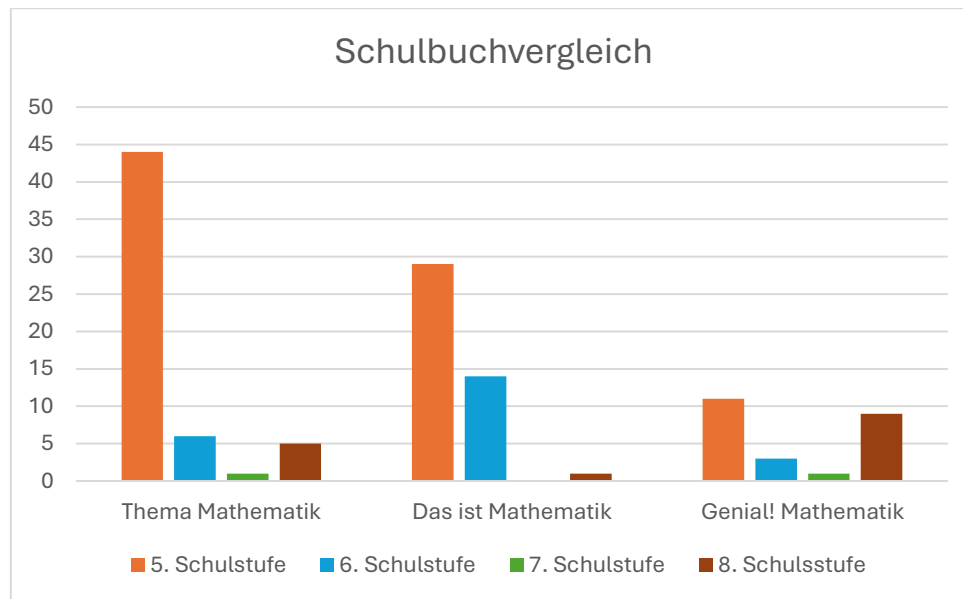


Abbildung 1: Anzahl der Schätzaufgaben nach Schulbuch und Schulstufe

Abbildung 2 verdeutlicht darüber hinaus die Verteilung der unterschiedlichen Schätzarten in den einzelnen Schulstufen über alle drei Schulbuchreihen hinweg. In der 5. Schulstufe dominiert Computational Estimation, gefolgt von Measurement Estimation. Fermiaufgaben und Quantity Estimation sind hier in geringem Umfang vertreten. In der 6. Schulstufe sind nur noch Measurement Estimation und Computational Estimation vertreten, wobei Measurement Estimation etwas häufiger auftritt. In der 7. Schulstufe sind insgesamt nur noch zwei Aufgaben vorhanden, die beide dem Bereich Measurement Estimation zugeordnet werden können, alle anderen Schätzarten fehlen hier vollständig. In der 8. Schulstufe zeigt sich schließlich ein gemischtes Bild, indem neben Aufgaben aus den Bereichen Computational Estimation und Measurement Estimation auch Fermiaufgaben auftreten.

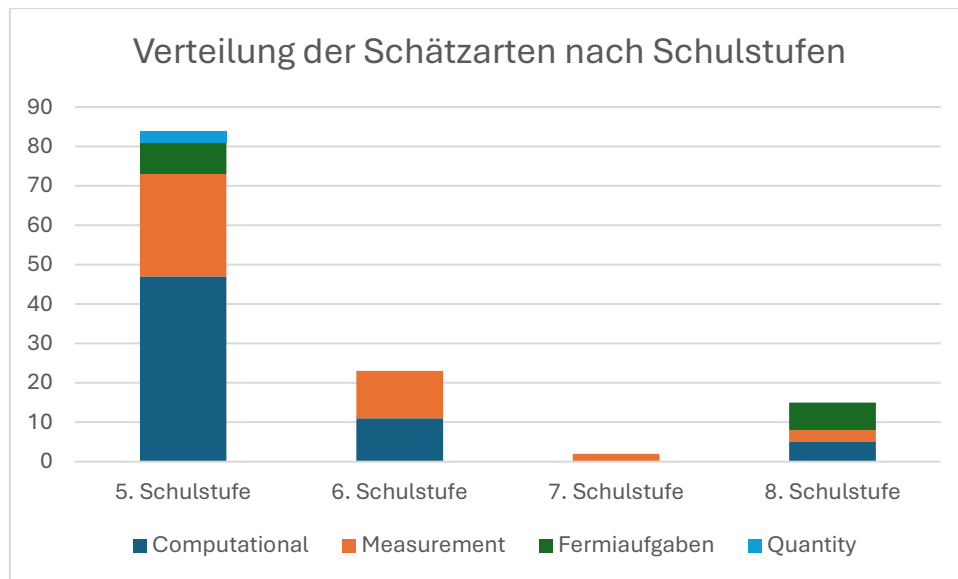


Abbildung 2: Anzahl der Aufgaben mit Schätzanteilen nach Schätzart und Schulstufe

Da die Aufgaben in Art und Umfang stark variieren, sind die Ergebnisse hinsichtlich der absoluten Anzahl nur eingeschränkt vergleichbar, dennoch lassen sich über die Jahrgangsstufen hinweg bestimmte Tendenzen erkennen.

Die nachfolgenden Unterkapitel widmen sich den einzelnen Schätzarten, die jeweils mit Blick auf ihre Unterkategorien und ihre Verteilung in den untersuchten Schulbüchern beschrieben werden.

5.2.1 Computational Estimation

Wie in Abbildung 2 zu sehen ist, kann in der 5. Schulstufe der überwiegende Teil der Schätzaufgaben dem Bereich Computational Estimation zugeordnet werden. Dies hängt damit zusammen, dass beim Erlernen der Grundrechnungsarten häufig Überschlagsrechnungen eingefordert werden. In allen drei Schulbüchern dieser Stufe finden sich entsprechende theoretische Erklärungen zu Überschlagsrechnungen, teilweise ergänzt durch Hinweise auf mögliche Strategien. Besonders in „Das ist Mathematik“ werden zudem über alle Jahrgänge hinweg in vorgerechneten Beispielen konsequent Überschlagsrechnungen durchgeführt, auch wenn diese in den höheren Schulstufen nicht mehr erklärt werden.

Von den insgesamt 47 Aufgaben der 5. Schulstufe im Bereich Computational Estimation waren 36 so angelegt, dass zunächst eine Überschlagsrechnung und anschließend die exakte Berechnung verlangt wurde („Mache zuerst eine

Überschlagsrechnung, dann berechne genau“). Sieben Aufgaben forderten nur eine Überschlagsrechnung bzw. Schätzung ohne genaue Berechnung. Teilweise wurde diese dann zur Auswahl eines Ergebnisses aus vorgegebenen Antwortmöglichkeiten verwendet. In drei Fällen wurde eine Überschlagsrechnung zur nachträglichen Kontrolle des Ergebnisses, insbesondere zur Überprüfung der Kommasetzung, gefordert. Eine Aufgabe wich von diesen Mustern ab und ließ verschiedene Arten der Überschlagsrechnung hinsichtlich Effizienz und Genauigkeit vergleichen (vgl. Abbildung 3).

180
H2

Armin hat 54 €. Er kauft ein T-Shirt um 25,90 €. Wie viel Geld hat er ungefähr noch übrig?

Armin schätzt ca. 20 €, weil $50 - 30 = 20$. Seine Mutter meint ca. 30 €, weil $50 - 20 = 30$.
Vergleiche die beiden Überschlagsrechnungen. Welche Schätzung ist besser und warum?

Ausführung: Armins Mutter hat die 25,90 € falsch gerundet. Trotzdem ist ihre Überschlagsrechnung besser, weil Armin noch $54 € - 25,90 € = 28,10 €$ (also fast 30 €) übrig hat.

Bei einer Überschlagsrechnung musst du dich nicht an die üblichen Rundungsregeln halten.
Tipp: Runde beim Subtrahieren beide Zahlen auf oder beide Zahlen ab!

Abbildung 3: Beispiel zu Arten der Überschlagsrechnung (Dorfmayr et al., 2018a, S. 42)

In den höheren Schulstufen ist die Zahl der Schätzsituationen insgesamt deutlich geringer. Sprachlich verändert sich zudem die Formulierung: Statt von „Überschlagsrechnung“ ist nun häufiger allgemein von einer „Schätzung“ die Rede, ohne nähere Angabe der Vorgehensweise. Auch hier werden hauptsächlich Aufgaben gestellt, die eine Schätzung vor der exakten Berechnung fordern. In der 8. Schulstufe finden sich darüber hinaus Aufgaben, in denen die Schranken von Ergebnissen beim Wurzelziehen abgeschätzt werden sollen.

Insgesamt handelt es sich bei den Aufgaben zur Computational Estimation überwiegend um reine Rechenaufgaben, die eine Überschlagsrechnung verlangen. Von den insgesamt 62 Aufgaben dieser Kategorie waren lediglich 13 in Textaufgaben eingebettet, während die übrigen rein mathematisch formuliert waren.

5.2.2 Measurement Estimation

Im Bereich Measurement Estimation wurden insgesamt 44 Aufgaben identifiziert. Davon entfallen 26 auf die 5. Schulstufe, 13 auf die 6. Schulstufe, 2 auf die 7. Schulstufe und 3 auf die 8. Schulstufe. Insgesamt verteilen sich die Aufgaben relativ

ausgewogen auf verschiedene Größenbereiche: 12 Aufgaben beziehen sich auf Winkel, 9 auf Flächen, 8 auf Strecken, 7 auf Masse und 3 auf Rauminhalt. Zehn Aufgaben, die dieser Kategorie zugeordnet wurden, wiesen zudem Anteile von Computational Estimation auf.

5.2.3 Fermiaufgaben

Fermiaufgaben werden in dieser Analyse separat von den Schätzarten behandelt, da es sich in der Regel um Mischaufgaben handelt: Zunächst werden Größen mithilfe von Measurement Estimation abgeschätzt, anschließend erfolgen Berechnungen im Sinne der Computational Estimation. Da sie sich daher nicht eindeutig einer einzelnen Schätzart zuordnen lassen, werden sie hier als eigene Kategorie ausgewiesen.

In „Thema Mathematik“ (6 Aufgaben) und „Das ist Mathematik“ (2 Aufgaben) treten Fermiaufgaben ausschließlich in der 1. Schulstufe auf, während sie in „Genial! Mathematik“ (7 Aufgaben) in der 8. Schulstufe verortet sind. In zwei der drei Reihen nehmen sie zudem eine eigene Seite ein und sind nicht als Teil des regulären Unterrichtsstoffes eingebunden.

5.2.4 Quantity Estimation

In den untersuchten Schulbüchern konnte Quantity Estimation lediglich einmal festgestellt werden, nämlich in „Genial! Mathematik 1“. In drei Aufgaben sollten Schüler:innen abschätzen, wie viele Objekte (Schrauben, Bienen, Pinguine) auf einem Bild dargestellt sind (vgl. Abbildung 4). Als Strategie wurde die Rastermethode eingeführt: Die Objekte werden dabei in gleich große Felder eingeteilt, die Anzahl der Objekte in einem Feld wird gezählt und anschließend mit der Gesamtzahl der Felder multipliziert. Ergänzend wurde ein Beispiel gezeigt, in dem die Objekte sehr ungleichmäßig verteilt waren, verbunden mit der Frage, warum die Rastermethode in diesem Fall keine verlässlichen Ergebnisse liefert.

86

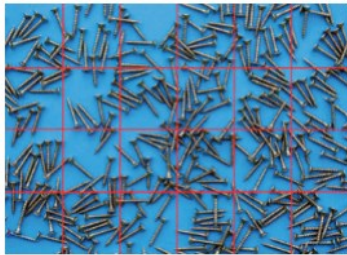
H3, H4,
H1, H2

digi.schule/gm1b86



Es ist gar nicht so einfach, große Ansammlungen von Menschen, Tieren oder Gegenständen abzuzählen.

- Schatze die Anzahl der Schrauben!
- Vergleiche mit den anderen Kindern!
- Warum sind die Ergebnisse so unterschiedlich?
- Warum ist es so schwer, die genaue Anzahl durch Abzählen herauszufinden?



- Es gibt eine gute Möglichkeit, diese Menge zu schätzen:

Dabei hilft dir ein Raster (Gitternetz mit gleich großen Feldern):

Hier hast du 24 gleich große Felder.



Du zählst die Schrauben in einem einzigen Rasterfeld: Es sind 17 Schrauben.

Nun multiplizierst du die Anzahl der Schrauben (17) mit der Anzahl der Felder (24):

$$\begin{array}{r} 24 \cdot 17 \\ 24 \\ \hline 168 \\ 408 \end{array}$$

Auf dem Foto sind etwa _____ Schrauben zu sehen.

Abbildung 4: Beispiel zu Quantity Estimation (Beer et al., 2017a, S. 40)

5.2.5 Number Line Estimation

Konkrete Aufgaben zur Number Line Estimation konnten in den untersuchten Schulbüchern nicht identifiziert werden. Zwar finden sich in allen Reihen Aufgaben, in denen Zahlen auf einem Zahlenstrahl eingetragen oder von diesem abgelesen werden sollen, doch wird dabei keine Schätzung gefordert. Stattdessen wäre in den meisten Fällen ein genaues Abmessen der Abstände erforderlich. Ebenfalls vorhanden sind Aufgaben, in denen Zahlen nach ihrer Größe geordnet werden sollen. Diese Aufgaben tragen zwar dazu bei, ein Gefühl für die Anordnung von Zahlen auf dem Zahlenstrahl zu entwickeln, stellen jedoch keine direkten Schätzaufgaben dar.

5.2.6 Vergleich der Schulbuchreihen

Die drei Schulbuchreihen unterscheiden sich sowohl in der Anzahl als auch in der Verteilung der Schätzaufgaben (vgl. Abbildung 5). „Thema Mathematik“ und „Das ist Mathematik“ weisen dabei eine sehr ähnliche Struktur auf: Beide beginnen in der 5. Schulstufe mit zahlreichen Überschlagsrechnungen, wobei „Das ist Mathematik“ dies auch in der 6. Schulstufe fortführt, unter anderem im Zusammenhang mit Prozentrechnungen. „Thema Mathematik“ legt ab der 6. Schulstufe den Schwerpunkt dagegen stärker auf Measurement Estimation.

In „Genial! Mathematik“ sind von Beginn an weniger Aufgaben enthalten. Hier überwiegt Measurement Estimation, während Computational Estimation vergleichsweise selten vorkommt.

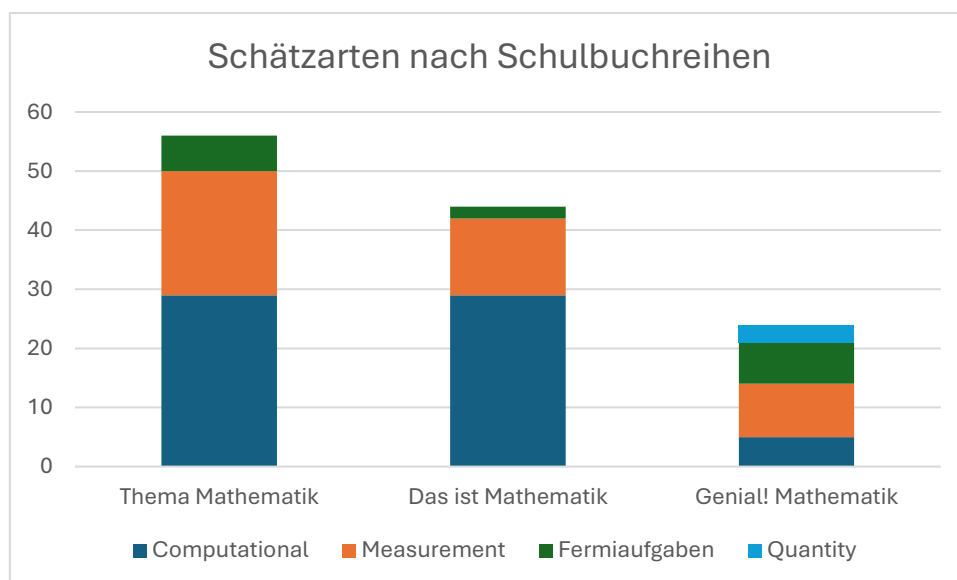


Abbildung 5: Anzahl der Schätzaufgaben nach Schätzart und Schulbuchreihe

5.2.7 Zusammenfassung

Die Analyse zeigt, dass Schätzaufgaben in den untersuchten Schulbüchern vor allem in der 5. Schulstufe vorkommen und danach deutlich seltener werden. In der 7. Schulstufe enthalten lediglich zwei der drei Schulbücher überhaupt eine entsprechende Aufgabe, in der 8. Schulstufe treten sie wieder ein wenig häufiger auf.

Von den Schätzarten sind vor allem Computational Estimation und Measurement Estimation vertreten. Fermiaufgaben kommen nur vereinzelt vor, Quantity

Estimation lediglich einmal in den drei Schulbuchreihen und Number Line Estimation überhaupt nicht.

„Thema Mathematik“ und „Das ist Mathematik“ sind ähnlich aufgebaut, mit vielen Überschlagsrechnungen in der 5. Schulstufe und unterschiedlichen Schwerpunkten ab der 6. Schulstufe. „Genial! Mathematik“ enthält insgesamt weniger Schätzaufgaben, vorwiegend Measurement Estimation und einige Fermiaufgaben in der 8. Schulstufe.

6 Empirische Untersuchung

6.1 Methodik

6.1.1 Forschungsdesign und Vorgehensweise

Zur Beantwortung der in dieser Arbeit formulierten Forschungsfragen wurde eine empirische Untersuchung durchgeführt. Sie verfolgt das Ziel, herauszufinden, inwieweit Schüler:innen bei entsprechenden Aufgaben überhaupt Schätzungen durchführen, wie sie dabei vorgehen und welche Rolle Schätzergebnisse im weiteren mathematischen Lösungsprozess spielen. Darüber hinaus sollte erfasst werden, inwieweit Schüler:innen die Bedeutung und den Nutzen von Schätzungen für das mathematische Problemlösen erkennen und reflektieren. Ziel der Untersuchung war es weniger, statistisch repräsentative Ergebnisse zu erzielen, als vielmehr Einblicke in den Umgang von Schüler:innen mit Schätzaufgaben im schulischen Kontext zu gewinnen.

Die Untersuchung wurde als Case Study (Fallstudie) angelegt. Diese Vorgehensweise ermöglichte es, typische Denkweisen, Überlegungen und Herangehensweisen von Schüler:innen im Umgang mit Schätzaufgaben näher zu untersuchen.

Inhaltlich wurde die Untersuchung auf den Bereich der Computational Estimation beschränkt. Die Konzentration auf eine einzelne Schätzart erfolgte aus methodischen Gründen, um den Fragebogen in einer zumutbaren Länge zu halten und eine vertiefte Untersuchung zu ermöglichen. Die Einbeziehung weiterer Schätzarten hätte den Umfang des Erhebungsinstruments deutlich erhöht und die Durchführbarkeit eingeschränkt. Die Auswahl der Schätzart Computational Estimation ist dadurch begründet, dass sie im Vergleich zu anderen Schätzarten stärker im Lehrplan sowie in Schulbüchern verankert ist.

Zur Datenerhebung wurde ein selbst entwickelter Fragebogen eingesetzt. Für die spezifischen Fragestellungen dieser Arbeit ließ sich im Rahmen der Recherche kein standardisiertes Erhebungsinstrument identifizieren, das sowohl erfassen konnte, ob Schüler:innen bei entsprechenden Aufgaben tatsächlich schätzen, als auch, wie

sie mit Schätzergebnissen umgehen und welche Bedeutung sie dem Schätzen zuschreiben. Der Fragebogen wurde daher gezielt auf die Forschungsfragen abgestimmt entwickelt und in einem iterativen Prozess anhand von Rückmeldungen mehrerer Lehrkräfte überarbeitet.

Die Auswertung der erhobenen Daten erfolgte deskriptiv-quantitativ. Die Ergebnisse wurden in Form von Häufigkeiten sowie mithilfe von Säulendiagrammen dargestellt, um zentrale Antworttendenzen der Schüler:innen übersichtlich darzustellen. Ziel der Auswertung war es, typische Muster im Umgang der Schüler:innen mit Schätzaufgaben zu beschreiben und im Hinblick auf die Forschungsfragen zu interpretieren.

6.1.2 Entwicklung des Fragebogens

6.1.2.1 Grundidee und Aufbau des Fragebogens

Im Vorfeld der empirischen Untersuchung wurde eine Schulbuchanalyse durchgeführt, in der typische Aufgabenstellungen zum Thema Schätzen erhoben und systematisch kategorisiert wurden. Die Ergebnisse dieser Analyse dienten unter anderem als Grundlage für die Entwicklung des Fragebogens. Die im Fragebogen enthaltenen Aufgaben orientieren sich bewusst an im Schulbuchkontext verbreiteten Aufgabenformaten zur Computational Estimation, um den Umgang der Schüler:innen mit Schätzaufgaben so zu erfassen, wie er im regulären Mathematikunterricht typischerweise stattfindet. Drei von vier Aufgaben wurden dabei aus Schulbüchern übernommen und geringfügig adaptiert, während die letzte Aufgabe selbst entworfen wurde. Der vollständige Fragebogen mit allen Antwortmöglichkeiten ist im Anhang dargestellt.

Bei der Auswahl und Erstellung der Aufgaben wurde darauf geachtet, dass diese grundsätzlich auch für Schüler:innen der 1. Klasse der Sekundarstufe I (5. Schulstufe) bearbeitbar sind, zugleich jedoch so gestaltet wurden, dass eine exakte Berechnung nicht unmittelbar naheliegt und der Einsatz von Schätzstrategien sinnvoll erscheint. Zusätzlich wurde darauf geachtet, sowohl Textaufgaben als auch Aufgaben ohne Kontext, die ausschließlich rechnerisch angelegt sind, in den Fragebogen aufzunehmen.

Der Fragebogen umfasst vier mathematische Schätzaufgaben, zu denen jeweils mehrere Fragen gestellt werden. Zusätzlich werden am Anfang und am Ende des Fragebogens allgemeine von den Aufgaben unabhängige Fragen gestellt. Die Fragen zielen darauf ab, das Vorgehen der Schüler:innen bei der Bearbeitung der Aufgaben, ihre Sicherheit im Umgang mit Schätzungen sowie ihre Einschätzungen zur Bedeutung des Schätzens zu erfassen. Zusätzlich war vorgesehen, dass die Schüler:innen ihre Überlegungen und gegebenenfalls auch ihre Berechnungen verschriftlichen. Entsprechend wurde im Fragebogen ausreichend Platz für Notizen und Rechnungen vorgesehen. Insbesondere bei der zweiten Aufgabe wurde eine Überschlagsrechnung explizit gefordert, um das Vorgehen der Schüler:innen sichtbar zu machen.

Der Fragebogen enthält unterschiedliche Fragetypen. Dazu zählen geschlossene Fragen in Form von Multiple-Choice-Aufgaben, größtenteils mit zusätzlicher offener Antwortmöglichkeit, Skalenfragen (Likert-Skalen) sowie offene Fragen. Eine geschlossene Frage wurde durch eine offene Begründung der Auswahl ergänzt. Die offenen Antwortformate wurden bewusst eingesetzt, um über vorgegebene Antwortoptionen hinaus Einblicke in die Überlegungen der Schüler:innen zu gewinnen und zugleich Raum für unterschiedliche Herangehensweisen zu lassen. Ergänzend waren einzelne Fragen so gestaltet, dass die Schüler:innen ihre eigenen Überlegungen aktiv formulieren und vorhandenes Wissen einbringen mussten, anstatt sich ausschließlich auf vorgegebene Antwortoptionen zu stützen.

Um zu vermeiden, dass die Schüler:innen bereits während der Bearbeitung der Aufgaben mit in den Reflexionsfragen benannten Strategien oder Vorgehensweisen konfrontiert werden und diese im Nachhinein übernehmen, wurde der Fragebogen bewusst in mehrere Abschnitte gegliedert. Die ersten beiden Aufgaben wurden auf der ersten Seite des Fragebogens platziert, während die dazugehörigen Fragen auf der nachfolgenden Seite erscheinen. Dadurch sollten die Schüler:innen zunächst eigenständig Lösungswege entwickeln und ihre eigenen Strategien anwenden, die Befragung erfolgt jedoch zeitnah im Anschluss an die Bearbeitung der Aufgaben, sodass die Lösungswege noch präsent waren.

Die dritte und vierte Aufgabe wurden im Anschluss daran positioniert, da hier weniger der konkrete Lösungsweg als vielmehr die Reflexion über den Nutzen von Schätzungen im Vordergrund stand. Aus diesem Grund konnten diese Aufgaben nach den Reflexionsfragen zu den ersten beiden Aufgaben platziert werden, ohne den Bearbeitungsprozess zu beeinflussen.

6.1.2.2 Schätzaufgaben

Im Folgenden werden die verwendeten Schätzaufgaben näher beschrieben.

Lilly geht für ihren Papa einkaufen. Sie bezahlt im ersten Geschäft 15,27€, im zweiten Geschäft 18,61€.

- a) Schätze zuerst, wie viel Euro Lilly insgesamt ausgegeben hat!
- b) Berechne nun genau, wie viel Euro Lilly insgesamt ausgegeben hat!

Abbildung 6: Fragebogaufgabe 1 (Fragebogen, Punkt 4)

Als erste Aufgabe wurde eine alltagsnahe Textaufgabe gewählt, bei der zunächst eine Schätzung und anschließend eine exakte Berechnung gefordert wird (vgl. Abbildung 6). Diese Aufgabenform entspricht jenem Muster, das in der Schulbuchanalyse zum Bereich der Computational Estimation am häufigsten identifiziert wurde. Die Aufgabe sollte dazu beitragen zu erfassen, ob Schüler:innen einer direkten Aufforderung zum Schätzen folgen oder unmittelbar zur exakten Berechnung übergehen. Die Zahlen wurden bewusst so gewählt, dass eine Schätzung im Kopf auch für Schüler:innen der 5. Schulstufe gut möglich ist und eine exakte Berechnung im Vergleich dazu bei den meisten Schüler:innen mit einem höheren Aufwand sein wird. Die konkrete Auswahl der beiden Dezimalzahlen unterstützt die Anwendung individueller Schätzstrategien, da ein Schätzergebnis nicht unmittelbar offensichtlich ist.

Entscheide durch eine
Überschlagsrechnung, welches Ergebnis
richtig ist!

$5,6 \cdot 42,5$	☐ 23,8
	☐ 328
	☐ 238
$12,54 \cdot 4,6$	☐ 87,544
	☐ 42,264
	☐ 57,684
$7,8 \cdot 105,3$	☐ 82,134
	☐ 685,264
	☐ 821,34

Abbildung 7: Fragebogaufgabe 2 (Fragebogen, Punkt 5)

Aufgabe 2 greift ein weiteres, im Schulbuchkontext häufig vorkommendes Aufgabenformat auf, bei dem ausschließlich eine Überschlagsrechnung ohne exakte Berechnung gefordert wird. In der Schulbuchanalyse stellte dieses Aufgabenformat das zweithäufigste Muster dar. Die Aufgabe verlangt eine Überschlagsrechnung, um aus mehreren vorgegebenen Ergebnissen das richtige auszuwählen (vgl. Abbildung 7). Die explizite Formulierung als Überschlagsrechnung orientiert sich am Sprachgebrauch vieler Schulbücher besonders in den früheren Jahrgangsstufen, in denen der Begriff „Schätzen“ häufig noch nicht verwendet wird. Die Aufgabe ist so gestaltet, dass eine exakte Berechnung für viele Schüler:innen vergleichsweise aufwendig ist, während eine Überschlagsrechnung zu einem ausreichend eindeutigen Ergebnis führen kann. Die Aufgabe ist so angelegt, dass sie Einblicke darin ermöglicht, ob Schüler:innen bereit sind, ihre Schätzung als hinreichende Grundlage für die Auswahl eines Ergebnisses zu nutzen oder ob sie trotz expliziter Aufforderung zur Überschlagsrechnung eine exakte Berechnung bevorzugen.

Insgesamt sind die ersten beiden Aufgaben darauf ausgerichtet, den tatsächlichen Einsatz von Schätzungen sowie den Umgang mit Schätzergebnissen in schultypischen Aufgabensituationen zu erfassen. Die folgenden Aufgaben verlagern

den Schwerpunkt hingegen auf die Wahrnehmung des Nutzens von Schätzungen und deren Bedeutung im weiteren Lösungsprozess.

Rosa und Toni möchten für ein Schulprojekt Material einkaufen. Das möchten sie kaufen:

- 4 Plakate zu je 2,89 €
- 1 Flasche Kleber für 1,19 €
- 2 Hefte mit Tonpapier zu je 4,99 €
- 2 Scheren zu je 0,59 €

Schätze: Wie viel wird das ungefähr insgesamt kosten?

Abbildung 8: Fragebogenaufgabe 3 (Fragebogen, Punkt 11)

Aufgabe 3 ist als alltagsnahe Einkaufssituation gestaltet (vgl. Abbildung 8). Durch die Kombination mehrerer Einzelpreise entsteht eine Situation, in der eine exakte Berechnung mit mehreren Rechenschritten verbunden wäre, während eine Schätzung einen schnellen Überblick über die Gesamtkosten ermöglicht. Der Kontext legt damit den praktischen Nutzen des Schätzens nahe. Die Zahlen wurden bewusst klein gehalten, um eine Schätzung grundsätzlich zu erleichtern, zugleich jedoch durch die Verwendung von Zahlen mit Nachkommastellen so gewählt, dass das Ergebnis nicht unmittelbar offensichtlich ist und eine bewusste Auseinandersetzung erforderlich wird. Die Aufgabe bietet damit eine geeignete Grundlage für die anschließenden Fragen zur Wahrnehmung des Nutzens von Schätzungen.

Du hast gerechnet: $823 - 476 = 247$

Schätze ungefähr, was herauskommen müsste.

Abbildung 9: Fragebogenaufgabe 4 (Fragebogen, Punkt 16)

Aufgabe 4 greift eine weitere Funktion des Schätzens auf, nämlich die nachträgliche Überprüfung eines Rechenergebnisses (vgl. Abbildung 9). Die Schüler:innen erhalten ein bereits berechnetes Ergebnis und sollen einschätzen, ob dieses plausibel erscheint. Diese Aufgabe wurde eigens für den Fragebogen entwickelt, da Aufgabenformate, die Schätzen explizit zur Kontrolle von Rechenergebnissen

einsetzen, im Schulbuchkontext nur vereinzelt vorkommen und sich dort meist auf die Überprüfung der richtigen Anzahl von Kommastellen beschränken. Die Aufgabe zielt darauf ab, zu erfassen, ob Schüler:innen Schätzen auch als Kontrollinstrument im mathematischen Lösungsprozess nutzen.

Insgesamt kommen in den Aufgaben die Rechenarten Addition, Multiplikation und Subtraktion vor. Auf die Einbindung von Divisionsaufgaben wurde bewusst verzichtet, da diese für Schüler:innen der 1. Schulstufe der Sekundarstufe I häufig noch mit größeren Schwierigkeiten verbunden sind und den Fokus der Untersuchung verschoben hätten.

In den Fragebogen wurden bewusst keine erklärenden oder unterrichtenden Elemente integriert. Ziel der Untersuchung war eine Bestandsaufnahme des vorhandenen Schätzverhaltens der Schüler:innen und nicht die Vermittlung oder Einübung von Schätzstrategien. Aus diesem Grund wurde auf Hilfestellungen, Beispiele oder Hinweise zur Vorgehensweise verzichtet. Die Schüler:innen sollten die Aufgaben eigenständig bearbeiten und dabei auf ihre bestehenden Vorstellungen und Strategien zurückgreifen.

6.1.2.3 Fragen zu den Aufgaben

Im Folgenden werden die im Fragebogen enthaltenen Fragen vorgestellt und den jeweiligen Forschungsfragen zugeordnet. Die Aufgaben dienen dabei als Ausgangspunkt, während die Fragen die Forschungsfragen dieser Arbeit konkret operationalisieren. Neben aufgabenbezogenen Fragen enthält der Fragebogen auch einige allgemeine Fragen, die der Einordnung der Antworten sowie der Erfassung von Vorerfahrungen dienen.

Zu Beginn des Fragebogens wurden einige strukturelle und einleitende Fragen gestellt, die der Kontextualisierung der Antworten dienen. Dazu zählt zunächst eine strukturelle Frage zur Klassenstufe („In welcher Klasse bist du?“), um eine Zuordnung der Antworten zu den jeweiligen Jahrgangsstufen zu ermöglichen.

Darüber hinaus wurden Fragen zu bisherigen Erfahrungen mit dem Schätzen gestellt, sowohl im schulischen als auch im außerschulischen Kontext:

- „Hast du im Mathematikunterricht schon einmal etwas geschätzt?“
- „Hast du außerhalb vom Mathematikunterricht schon einmal etwas geschätzt?“

Die Antwortmöglichkeiten waren jeweils abgestuft (z. B. „ja, oft“, „ja, manchmal“, „selten“, „nein, noch nie“), um unterschiedliche Ausprägungen von Vorerfahrungen zu erfassen. Ergänzend wurde eine offene Frage gestellt („Wenn ja, welche Situation fällt dir ein, in der du geschätzt hast?“), um den Schüler:innen die Möglichkeit zu geben, eigene Beispiele zu nennen. Diese Frage dient vor allem der Aktivierung von Vorwissen und erlaubt erste Hinweise darauf, ob Schätzen von den Schüler:innen als alltagsrelevante Tätigkeit wahrgenommen wird.

Zur Beantwortung der ersten Forschungsfrage wurden mehrere Fragen eingesetzt, die darauf abzielen, zu erfassen, ob Schüler:innen tatsächlich schätzen und wie sie dabei vorgehen.

Zur Erfassung der konkreten Herangehensweisen wurden mehrere Fragen zur verwendeten Schätzstrategie gestellt, jeweils angepasst an die jeweilige Aufgabe:

- „Wie hast du die Gesamtsumme im ersten Beispiel geschätzt?“ (Aufgabe 1)
- „Wie hast du bei der zweiten Aufgabe entschieden, welche Ergebnisse richtig sind?“ (Aufgabe 2)
- „Welche Methode hast du beim Schätzen verwendet?“ (Aufgabe 3)

Diese Fragen waren als Mehrfachauswahl gestaltet, da es Schüler:innen häufig schwerfällt, ihre Vorgehensweise ausschließlich in eigenen Worten zu beschreiben. Die vorgegebenen Antwortmöglichkeiten dienen daher als Orientierungshilfe. Gleichzeitig wurde jeweils eine offene Antwortoption ergänzt, um auch andere, nicht vorgegebene Herangehensweisen erfassen zu können.

Die Antwortmöglichkeiten unterschieden sich leicht zwischen den Aufgaben, da sich die Aufgabenformate und damit auch die naheliegenden Schätzstrategien

unterschieden. Zudem sollte durch diese Variation vermieden werden, dass Schüler:innen mechanisch dieselben Antwortoptionen auswählen.

Ergänzend wurden Einschätzungsfragen zur eigenen Sicherheit beim Schätzen aufgenommen, um subjektive Einschätzungen der Schüler:innen zu erfassen („Wie sicher warst du dir bei deinen Schätzungen?“). Diese Frage wurde in Bezug auf mehrere Aufgaben gestellt (Aufgabe 1 und 2 gemeinsam sowie Aufgabe 3 separat). Die subjektive Sicherheit kann dabei als Hinweis darauf interpretiert werden, ob Schüler:innen über vertraute Vorgehensweisen oder Strategien verfügen oder das Schätzen eher als unsicher erleben. Diese Frage wurde in Form einer fünfstufigen Skala mit bildlicher Unterstützung durch Smileys umgesetzt (vgl. Abbildung 10), um eine altersangemessene Selbsteinschätzung zu ermöglichen.

Wie sicher warst du dir bei deinen Schätzungen?

				
☐	☐	☐	☐	☐

Abbildung 10: Frage zur subjektiven Sicherheit beim Schätzen (Fragebogen, Punkte 6 und 13)

Zur Untersuchung des Umgangs mit Schätzergebnissen wurden Fragen eingesetzt, die erfassen, wie Schüler:innen ihre Schätzung weiterverwenden und welche Bedeutung sie dem Schätzergebnis zuschreiben.

Zur Aufgabe 1 wurde eine offene Frage gestellt:

- „Was sagt dir das Ergebnis dieser Schätzung? Wie hast du diese Schätzung weiterverwendet? (z. B. zur Kontrolle deiner genauen Rechnung, für etwas anderes oder gar nicht?)“

Diese Frage wurde bewusst offen formuliert, um unterschiedliche individuelle Umgangsweisen sichtbar zu machen. Ergänzende Hinweise in Klammern sollten das Verständnis der Fragestellung unterstützen, ohne die Antworten inhaltlich festzulegen.

Im Zusammenhang mit Aufgabe 4 wurden zwei geschlossene Fragen mit einer offenen Antwortoption eingesetzt:

- „Was sagt dir deine Schätzung über dein Ergebnis?“
- „Was machst du, wenn deine Schätzung und dein Ergebnis nicht zusammenpassen?“

Diese Fragen zielen darauf ab, zu erfassen, ob Schüler:innen Schätzungen als Kontrollinstrument nutzen, wie sie mit Abweichungen umgehen und ob Schätzen als integraler Bestandteil des Lösungsprozesses verstanden wird oder lediglich als isolierte Tätigkeit.

Zur Erfassung der Wahrnehmung des Nutzens von Schätzungen wurden mehrere Reflexionsfragen eingesetzt, die sich teils auf konkrete Aufgaben beziehen und teils allgemeiner formuliert sind.

Dazu zählen unter anderem:

- „Was denkst du, wozu kann das Schätzen bei solchen Aufgaben hilfreich sein?“ (Aufgabe 2)
- „Was bringt dir die Schätzung in dieser Aufgabe?“ (Aufgabe 3)
- „Wann brauchst du im echten Leben eine Schätzung?“
(aufgabenunabhängig)

Die ersten zwei Fragen wurden als geschlossene Fragen mit vorgegebenen Antwortoptionen gestaltet, da diese Form den Schüler:innen das Antworten erleichtert und eine systematische Auswertung ermöglicht. Zugleich wurden bei diesen Fragen offene Antwortmöglichkeiten ergänzt, um den Schüler:innen auch dann eine passende Antwort zu ermöglichen, wenn ihre Einschätzung nicht durch die vorgegebenen Optionen abgedeckt war. Die Frage wurde bewusst offen gestaltet, da der mögliche Anwendungsbereich von Schätzungen im Alltag sehr vielfältig ist und durch vorgegebene Antwortoptionen nur unvollständig erfasst würde und zugleich die Gefahr einer inhaltlichen Lenkung der Antworten bestünde.

Ergänzend wurde eine Frage aufgenommen, die eine bewertende Reflexion anregt:

- „Denkst du, es ist in dieser Situation besser, etwas zu hoch oder zu niedrig zu schätzen? Warum?“

Diese Frage verbindet Aspekte der zweiten und dritten Forschungsfrage, da sie sowohl den Umgang mit Schätzergebnissen als auch die bewusste Auseinandersetzung mit dem Zweck von Schätzungen thematisiert.

6.1.3 Stichprobe und Datenerhebung

Die Datenerhebung wurde an einer Prismittelschule in Niederösterreich durchgeführt. Die Auswahl der Schule erfolgte aus pragmatischen Gründen, insbesondere aufgrund der guten Erreichbarkeit im Rahmen der zeitlichen und personellen Ressourcen einer Masterarbeit. Die Untersuchung ist daher als Fallstudie angelegt und die Ergebnisse sind entsprechend kontextgebunden zu interpretieren.

Die Stichprobe umfasste Schüler:innen aller vier Jahrgänge der Sekundarstufe I (5.–8. Schulstufe). Aus jedem Jahrgang nahmen jeweils zwei Klassen an der Befragung teil, wobei die Anzahl der Schüler:innen pro Klasse variierte. Insgesamt nahmen 144 Schüler:innen an der Befragung teil. Die Darstellung der Stichprobe erfolgt nach Jahrgangsstufen. Dabei entfielen 35 Schüler:innen auf die 1. Schulstufe, 40 auf die 2. Schulstufe, 36 auf die 3. Schulstufe sowie 33 auf die 4. Schulstufe.

Die Durchführung der Befragung erfolgte überwiegend im Rahmen des regulären Unterrichts. Der Fragebogen wurde bewusst in den normalen Unterricht integriert, um eine möglichst alltägliche Unterrichtssituation herzustellen. Dadurch sollte erreicht werden, dass die Schüler:innen den Fragebogen unter Bedingungen bearbeiteten, die ihrem üblichen schulischen Kontext entsprechen, und somit Antworten erhoben werden konnten, die ihrem Verhalten im regulären Mathematikunterricht möglichst nahekommen. In allen Klassen bis auf eine wurde die Fragebogenerhebung von der jeweiligen Lehrperson durchgeführt. Zu Beginn der Befragung wurde klargestellt, dass die Antworten der Schüler:innen nicht bewertet werden und ihre eigenen Überlegungen im Mittelpunkt stehen. Für die Bearbeitung wurden durchschnittlich 10 bis 15 Minuten Unterrichtszeit eingeplant.

Die Datenerhebung fand im Mai 2025 statt. Schüler:innen mit ausgewiesenem zusätzlichem Förderbedarf waren zum Zeitpunkt der Erhebung in der Regel nicht anwesend und wurden daher nicht in die Untersuchung einbezogen. An der Befragung nahmen Schüler:innen unterschiedlicher Leistungsniveaus (AHS- und MS-Niveau) teil. Insgesamt handelte es sich um eine heterogene Schülerschaft mit unterschiedlichen Leistungsständen, sprachlichen Voraussetzungen und Herkunftshintergründen. Schüler:innen mit Sprachschwierigkeiten wurden in die Untersuchung einbezogen, da die Befragung im regulären Unterrichtskontext stattfand und keine gesonderten Anpassungen vorgenommen wurden.

6.1.4 Auswertung der Fragebögen

Zur Auswertung der Fragebögen wurden die erhobenen Daten zunächst digitalisiert. In einem nächsten Schritt wurden die offenen Antworten gesichtet und thematisch kategorisiert. Ebenso wurden die offenen Ergänzungsfelder innerhalb geschlossener Fragen, in denen die Schüler:innen eigene Antworten formulieren konnten, inhaltlich geprüft und sofern möglich bestehenden Antwortkategorien oder falls erforderlich neuen Kategorien zugeordnet. Nachdem alle Antworten kategorisiert waren, wurden die Häufigkeiten der einzelnen Antwortkategorien ermittelt.

Die Auswertung konzentrierte sich hauptsächlich auf die Antworten der Schüler:innen in den zugehörigen Fragen. Die schriftlichen Bearbeitungen der Aufgaben wurden nicht systematisch ausgewertet, da die Notizen der Schüler:innen häufig sehr knapp ausfielen und keine verlässlichen Rückschlüsse auf die zugrunde liegenden Überlegungen zuließen. Zudem standen die Richtigkeit der Ergebnisse sowie die Genauigkeit der Schätzungen nicht im Fokus der Forschungsfragen, sodass eine inhaltliche Auswertung der Rechnungen für die Beantwortung der Fragestellungen nicht notwendig war.

Zur besseren Übersicht wurden im Rahmen der Auswertung alle Elemente des Fragebogens – einschließlich der Aufgabenstellungen und der zugehörigen Fragen – fortlaufend nummeriert. Diese Nummerierung dient der internen Bezugnahme und ist im Fragebogen im Anhang dargestellt.

Wurde eine Aufgabe von einer Schülerin oder einem Schüler nicht bearbeitet, so wurden die Antworten auf jene Punkte exkludiert, die sich explizit auf diese Aufgabe beziehen. Konkret wurden bei nicht bearbeiteter Aufgabe 1 (Punkt 4) die Punkte 7 und 8 ausgeschlossen, bei Aufgabe 2 (Punkt 5) der Punkt 9, bei Aufgabe 3 (Punkt 11) die Punkte 12, 13, 14 und 15 sowie bei Aufgabe 4 (Punkt 16) der Punkt 17. Auf diese Weise wurde sichergestellt, dass nur solche Antworten in die Auswertung einbezogen wurden, die auf einer tatsächlichen Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe beruhen.

Bei der Auswertung der Frage zur Einschätzung einer Über- bzw. Unterschätzung (Punkt 14) wurden zudem Antworten exkludiert, die erkennbar auf einem Missverständnis der Fragestellung beruhten. In diesen Fällen bezogen sich die Angaben nicht auf die Frage, ob es in der gegebenen Situation günstiger sei, eher zu hoch oder zu niedrig zu schätzen, sondern auf die Häufigkeit des Schätzens. Insgesamt wurden acht Antworten aus diesem Grund nicht in die Auswertung aufgenommen.

Bei einzelnen Fragen waren Mehrfachnennungen möglich. In diesen Fällen wurde jede Nennung einzeln gezählt, da mehrere ausgewählte Strategien oder Gründe als gleichwertige Informationen betrachtet wurden. Eine Ausnahme bildeten die Fragen zur Einschätzung der eigenen Sicherheit beim Schätzen (Frage 6 und Frage 13), bei denen Mehrfachnennungen inhaltlich nicht sinnvoll waren und daher exkludiert wurden.

Aus dieser Zählweise ergeben sich auch die Darstellungsformen der Ergebnisse: Je nach Fragestellung werden absolute Häufigkeiten und/oder Prozentwerte berichtet. Prozentwerte wurden insbesondere dann verwendet, wenn sich die Anzahl der gültigen Antworten zwischen Fragen bzw. Aufgaben unterscheidet oder wenn bei einzelnen Fragen Mehrfachnennungen möglich waren. In diesen Fällen beziehen sich die Prozentangaben jeweils auf die Anzahl der gültigen Antworten bzw. bei Mehrfachnennungen auf die Anzahl der Nennungen. Antwortkategorien, die in einer Auswertung keine Nennungen aufweisen, wurden in Tabellen und Diagrammen nicht dargestellt, um die Übersichtlichkeit zu erhöhen.

Für die Strategiefragen zu den Aufgaben 1–3 wurden die angegebenen Vorgehensweisen zusätzlich auf einer übergeordneten Ebene zusammengefasst, um eine vergleichende Darstellung zu ermöglichen. Dazu wurden die jeweiligen Antwortoptionen der drei Strategiefragen einer gemeinsamen Kategorisierung zugeordnet (vgl. Tabelle 3). Die Kategorien wurden dabei so gewählt, dass sie an die Forschungsfrage anschließen und vor allem zwischen schätzendem und nicht-schätzendem Vorgehen unterscheiden. Dabei wurden gefühlsbasierte Angaben dem schätzenden Vorgehen zugeordnet, da sie von den Schüler:innen als Annäherung und nicht als zufällige Wahl („geraten“) ausgewählt wurden. In der Ergebnisdarstellung werden diese zusammengefassten Kategorien ergänzend zu den aufgabenbezogenen Auswertungen verwendet.

Tabelle 3: Zuordnung der Originalkategorien zu übergeordneten Bearbeitungsweisen

Bearbeitungs- weise (Sekundär- codierung)	Aufgabe 1 – Strategiefrage, Punkt 7 (Originalkategorien)	Aufgabe 2 – Strategiefrage, Punkt 9 (Originalkategorien)	Aufgabe 3 – Strategiefrage, Punkt 15 (Originalkategorien)
Schätzendes Vorgehen	Ich habe beide Preise aufgerundet und dann addiert; Ich habe beide Preise abgerundet und dann addiert; Ich habe mir eine ähnliche einfachere Rechnung überlegt; Ich habe „nach Gefühl“ geschätzt	Ich habe die Zahlen in der Aufgabe überschlagen und geschaut, welches Ergebnis passen könnte; Ich habe ein Gefühl dafür gehabt, welches ungefähr passen könnte	Ich habe die Preise zuerst gerundet und dann gerechnet; Ich habe die Preise ungefähr im Kopf zusammengezählt
Genaues Rechnen	Ich habe genau gerechnet	Ich habe das Ergebnis genau berechnet	Ich habe genau gerechnet
Raten	Ich habe geraten	Ich habe geraten	Ich habe geraten
Sonstiges/ unklar	Ich habe eine andere Methode verwendet	Ich habe eine andere Methode verwendet	Ich habe eine andere Methode verwendet

Für die Auswertung der offenen Angaben zu Punkt 8 des Fragebogens, der sich auf die Nutzung von Schätzergebnissen bezieht, wurde eine Kategorisierung vorgenommen. Unter „Nutzung zur Kontrolle des Ergebnisses“ wurden Aussagen zusammengefasst, in denen die Schätzung zur Überprüfung oder zum Abgleich mit einem Ergebnis herangezogen wird. Die Kategorie „Nutzung zur groben Einschätzung“ umfasst Angaben, in denen die Schätzung als ungefähre Orientierung oder Entscheidungsgrundlage dient, ohne dass ein expliziter Vergleich mit einem Ergebnis beschrieben wird. Aussagen, in denen die Schätzung als unnötig beschrieben wird, wurden der Kategorie „Keine Nutzung“ zugeordnet. Antworten, die keinen inhaltlichen Bezug zur Nutzung des Schätzergebnisses aufweisen, etwa Aussagen zur eigenen Schätzfähigkeit, allgemein gehaltene Angaben ohne Nutzungsbezug, Beschreibungen des Schätzvorgangs oder leere Angaben, wurden als „Nicht auswertbare Angaben“ erfasst.

6.2 Ergebnisse der Schüler:innenbefragung

Im folgenden Kapitel werden die Ergebnisse der empirischen Untersuchung dargestellt. Ziel ist es, einen Überblick über die Antworten der 144 Schüler:innen auf den Fragebogen zu geben und zentrale Antworttendenzen sichtbar zu machen. Die Darstellung erfolgt deskriptiv anhand von Häufigkeiten und ausgewählten Diagrammen.

6.2.1 Vorerfahrungen der Schüler:innen mit Schätzen

Abbildung 11 zeigt die Angaben der Schüler:innen zu bisherigen Schätzerfahrungen im Mathematikunterricht. Über alle Jahrgangsstufen hinweg gab die Mehrheit der Schüler:innen an, zumindest gelegentlich zu schätzen, wobei die Antwortoption „ja, manchmal“ am häufigsten gewählt wurde. Zwischen den Jahrgangsstufen zeigen sich Unterschiede in der Verteilung der Antworten. In der 3. Klasse wird die Kategorie „Selten“ deutlich häufiger gewählt als in den übrigen Jahrgangsstufen.

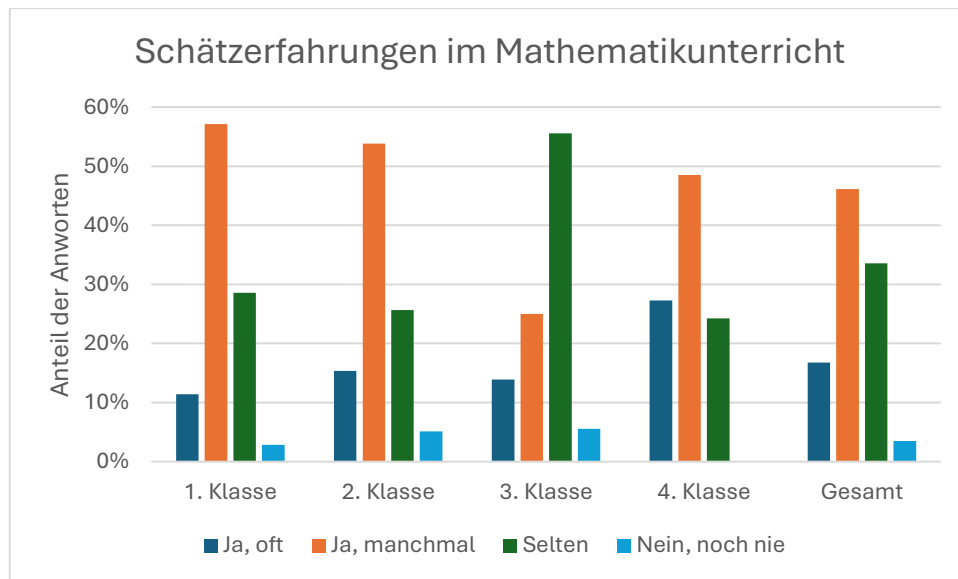


Abbildung 11: Schätzerfahrungen im Mathematikunterricht nach Jahrgangsstufe
(Anteile in % innerhalb der Jahrgangsstufe;
1. Klasse: n = 35, 2. Klasse: n = 39, 3. Klasse: n = 36, 4. Klasse: n = 33; Fragebogen, Punkt 1)

Abbildung 12 stellt die entsprechenden Angaben zu Schätzerfahrungen außerhalb des Mathematikunterrichts dar. Auch hier überwiegt insgesamt die Antwort „ja, manchmal“. Im Vergleich zur ersten Frage fällt jedoch auf, dass der Anteil der Schüler:innen, die angaben, außerhalb des Unterrichts häufig zu schätzen, höher ausfällt.

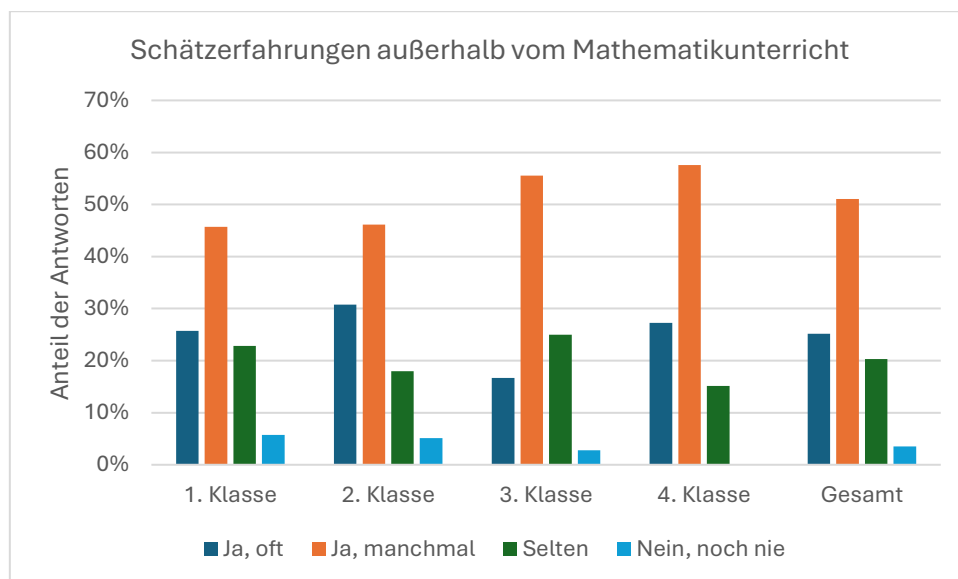


Abbildung 12: Schätzerfahrungen außerhalb vom Mathematikunterricht nach Jahrgangsstufe
(Anteile in % innerhalb der Jahrgangsstufe; 1. Klasse: n = 35, 2. Klasse: n = 39, 3. Klasse: n = 36, 4. Klasse: n = 33; Fragebogen, Punkt 1)

Ergänzend zu den geschlossenen Fragen zu bisherigen Schätzerfahrungen wurden die Schüler:innen gebeten, eine konkrete Situation zu nennen, in der sie geschätzt haben. Die offenen Nennungen bezogen sich überwiegend auf alltagsnahe Kontexte. Annähernd die Hälfte der Schüler:innen ($n = 70$) nannte Schätzungen im Zusammenhang mit Einkaufen und Geldbeträgen, etwa beim Abschätzen von Preisen oder der Gesamtkosten eines Einkaufs.

Relativ häufig wurden zudem schulische Kontexte genannt ($n = 23$). Diese bezogen sich sowohl auf Schätzungen im Mathematikunterricht als auch auf Situationen in anderen Unterrichtsfächern, in denen das Schätzen weniger klar auf mathematische Inhalte bezogen war.

Weitere Nennungen betrafen Zeitabschätzungen, beispielsweise die Dauer von Wegen oder Tätigkeiten ($n = 9$), sowie vereinzelt Schätzungen von Jahreszahlen in anderen Unterrichtsfächern ($n = 3$).

Darüber hinaus wurden vereinzelt Mengen- und Anzahlabschätzungen genannt, etwa beim Kochen ($n = 4$), sowie weitere alltagsbezogene Schätzsituationen, unter anderem im Zusammenhang mit Freizeitaktivitäten, Sport oder Wetter.

Ein Teil der Schüler:innen machte keine Angabe ($n = 29$). Dabei ist zu berücksichtigen, dass mehrere dieser Schüler:innen ($n = 5$) in der vorherigen Frage angegeben hatten, außerhalb des Mathematikunterrichts noch nie geschätzt zu haben, sodass das Auslassen einer konkreten Situation in diesen Fällen nachvollziehbar ist.

6.2.2 Durchführung von Schätzungen bei den Aufgaben

In diesem Abschnitt werden Ergebnisse zur Durchführung von Schätzungen sowie zur subjektiven Sicherheit beim Schätzen berichtet. Zur Beantwortung der Forschungsfrage, ob und wie Schüler:innen schätzen, wurden in den Aufgaben 1–3 strategiebezogene Fragen eingesetzt, die an das jeweilige Aufgabenformat angepasst waren.

Da sich die Antwortoptionen zwischen den Aufgaben unterscheiden, werden die Verteilungen zunächst aufgabenbezogen und anschließend auf einer

übergeordneten Ebene zusammengefasst dargestellt. Abschließend wird die subjektive Sicherheit beim Schätzen abgebildet.

Abbildung 13 zeigt die Verteilung der angegebenen Vorgehensweisen bei der ersten Aufgabe für die Gesamtstichprobe (144 Schüler:innen, n = 147 Nennungen). Insgesamt dominieren bei Aufgabe 1 schätzende Vorgehensweisen. Am häufigsten wurden eine Schätzung „nach Gefühl“ sowie das Aufrunden beider Preise mit anschließender Addition genannt. Ebenfalls relevant ist das Vorgehen, sich eine ähnliche, einfachere Rechnung zu überlegen. Genaues Rechnen und Raten wurden demgegenüber nur selten angegeben.

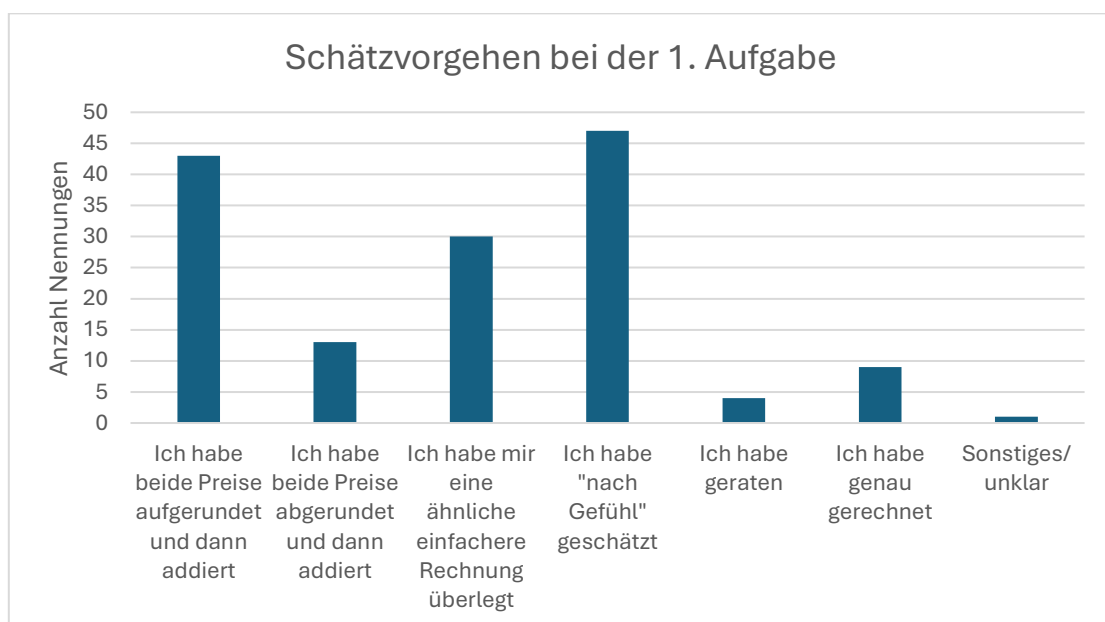


Abbildung 13: Schätzvorgehen bei Aufgabe 1
(absolute Häufigkeiten; n = 147 Nennungen; Fragebogen, Punkt 7)

Auch differenziert nach Jahrgangsstufen zeigt sich ein ähnliches Muster (vgl. Tabelle B. 1 im Anhang): In allen Jahrgangsstufen zählen das Schätzen „nach Gefühl“ sowie das Aufrunden und anschließende Addieren zu den häufigsten Vorgehensweisen. Während in der 1. und 4. Klasse insbesondere diese beiden Kategorien dominieren, tritt in der 2. Klasse vergleichsweise häufig das Vorgehen auf, sich eine ähnliche, einfachere Rechnung zu überlegen. Genaues Rechnen wird vor allem in der 2. und 3. Klasse erwähnt, während es in der 4. Klasse gar nicht genannt wird. Raten spielt insgesamt nur eine untergeordnete Rolle und kommt ausschließlich in der 1. und 3. Klasse in geringem Ausmaß vor.

Bei der zweiten Aufgabe dominieren Vorgehensweisen, bei denen entweder die Zahlen überschlagen oder mögliche Ergebnisse nach Gefühl eingeschätzt wurden (vgl. Abbildung 14; n = 153 Nennungen). Am häufigsten geben die Schüler:innen an, die Zahlen in der Aufgabe überschlagen und anschließend beurteilt zu haben, welches Ergebnis passen könnte. Fast ebenso häufig wird berichtet, ein Gefühl dafür gehabt zu haben, welches Ergebnis ungefähr zutrifft. Genaues Rechnen sowie Raten werden seltener genannt, machen jedoch einen merklichen Anteil der Nennungen aus.

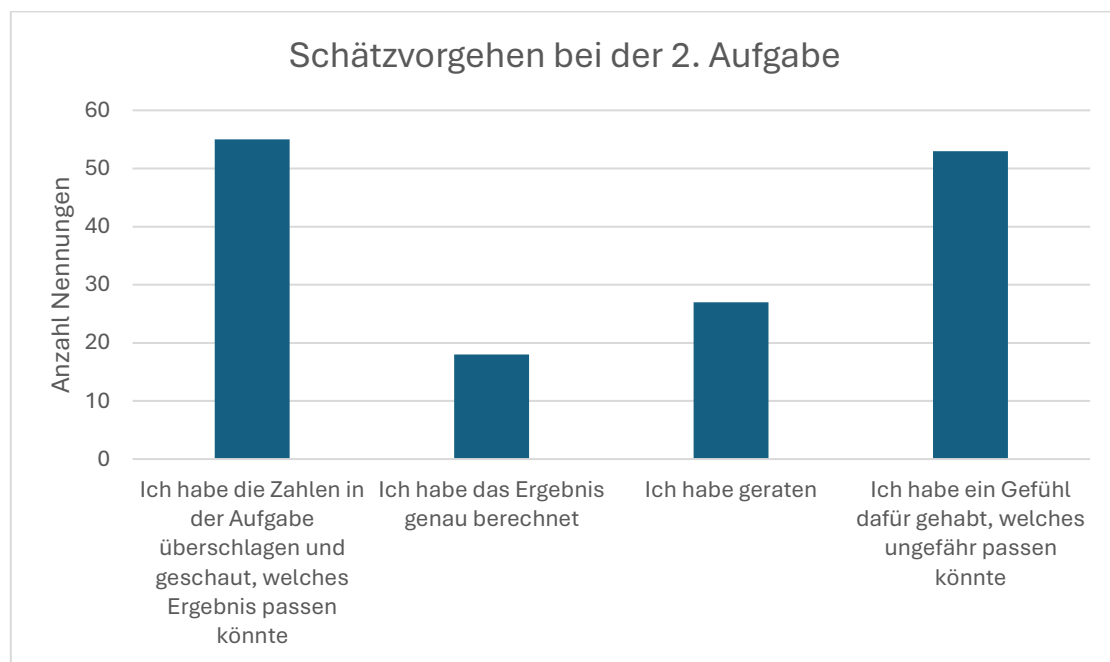


Abbildung 14: Schätzvorgehen bei Aufgabe 2
(absolute Häufigkeiten; n = 153 Nennungen; Fragebogen, Punkt 9)

Auch differenziert nach Jahrgangsstufen zeigt sich ein ähnliches Muster (vgl. Tabelle B. 2 im Anhang). In allen Jahrgangsstufen zählen das Überschlagen der Zahlen sowie eine Auswahl nach Gefühl zu den am häufigsten genannten Vorgehensweisen. Raten wird in der 2. Klasse seltener angegeben als in den übrigen Jahrgangsstufen. Genaues Rechnen ist in allen Jahrgangsstufen vertreten und zeigt sich am häufigsten in der 4. Klasse.

Auch bei der dritten Aufgabe zeigt sich eine klare Dominanz schätzender Vorgehensweisen (vgl. Abbildung 15; n = 137 Nennungen). Am häufigsten geben die Schüler:innen an, die Preise ungefähr im Kopf zusammengezählt zu haben. Ebenfalls häufig wird berichtet, die Preise zunächst gerundet und anschließend

gerechnet zu haben. Auch bei dieser Aufgabe treten Raten und genaues Rechnen gegenüber den schätzenden Vorgehensweisen in deutlich geringerer Häufigkeit auf.

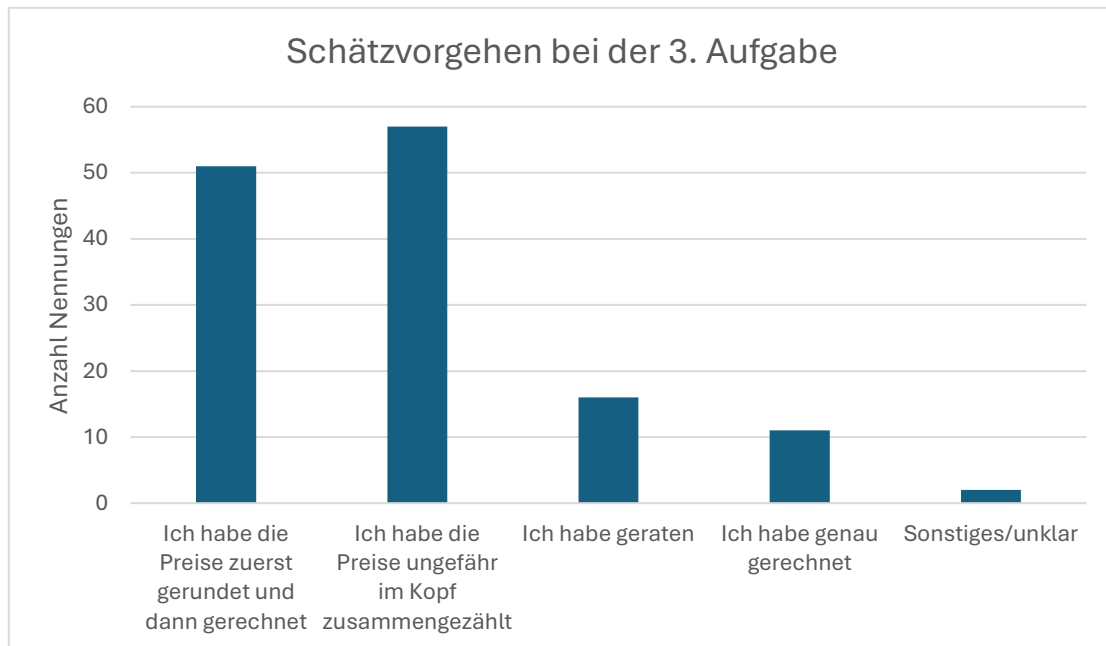
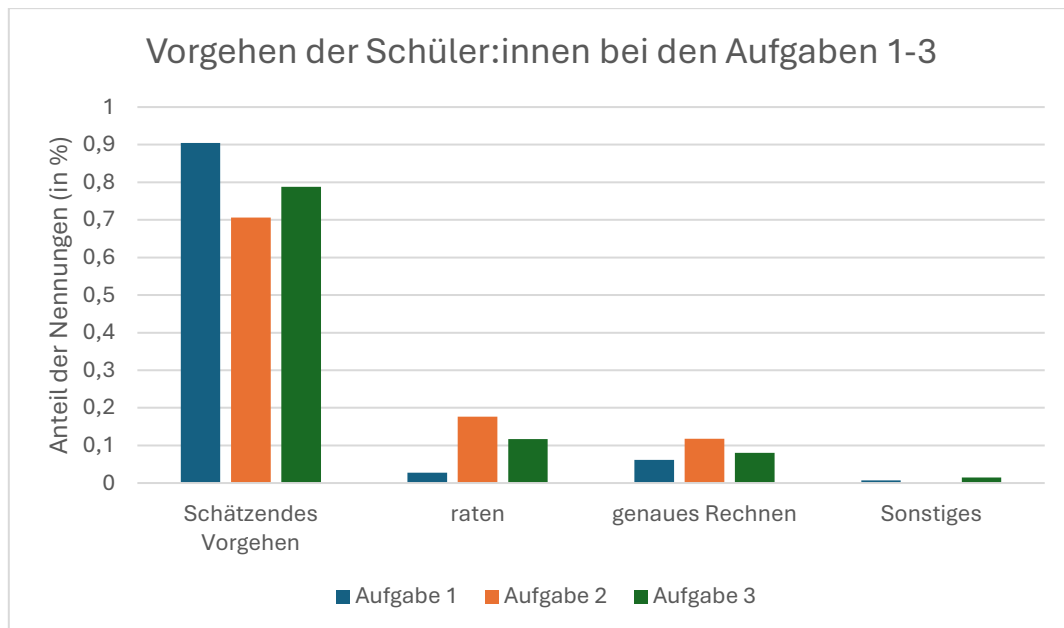


Abbildung 15: Schätzvorgehen bei Aufgabe 3
(absolute Häufigkeiten; n = 137 Nennungen; Fragebogen, Punkt 15)

Betrachtet man die Verteilungen nach Jahrgangsstufen, zeigen sich unterschiedliche Schwerpunktsetzungen zwischen den beiden dominierenden Schätzmethoden (vgl. Tabelle B. 3 im Anhang). Während in der 1. und 3. Klasse häufiger angegeben wird, die Preise zunächst zu runden und anschließend zu rechnen, wird in der 2. und insbesondere in der 4. Klasse vergleichsweise öfter das ungefähre Zusammenzählen im Kopf genannt. Genaues Rechnen erreicht seinen höchsten Anteil in der 2. und 3. Klasse, während es in der 4. Klasse nur selten auftritt.

Im Hinblick auf die Forschungsfrage, ob und in welcher Form geschätzt wird, werden die berichteten Vorgehensweisen im Folgenden auf einer übergeordneten Ebene zu Strategieklassen zusammengefasst.



*Abbildung 16: Bearbeitungsarten bei den Aufgaben 1–3
(Anteile in %; Fragebogen, Punkte 7, 9 und 15)*

Die zusammenfassende Darstellung der übergeordneten Strategieklassen zeigt deutliche Gemeinsamkeiten zwischen den drei Aufgaben (vgl. Abbildung 16). In allen drei Fällen dominiert ein schätzendes Vorgehen.

Gleichzeitig werden aufgabenbezogene Unterschiede sichtbar: Während bei Aufgabe 1 der Anteil schätzender Vorgehensweisen am höchsten ausfällt, treten bei Aufgabe 2 Raten und genaues Rechnen vergleichsweise häufiger auf. In Aufgabe 3 liegen die Anteile dieser beiden Vorgehensweisen zwischen denjenigen der Aufgaben 1 und 2.

Trotz der expliziten Aufforderung zum Schätzen entfallen in allen drei Aufgaben merkliche Anteile der Nennungen auf nicht-schätzende Vorgehensweisen wie genaues Rechnen oder Raten.

Neben der Frage, wie die Schüler:innen bei den Aufgaben vorgehen, ist auch von Interesse, wie sicher sie sich bei diesen Vorgehensweisen fühlen. Im folgenden Abschnitt wird daher die subjektive Sicherheit beim Schätzen näher betrachtet.

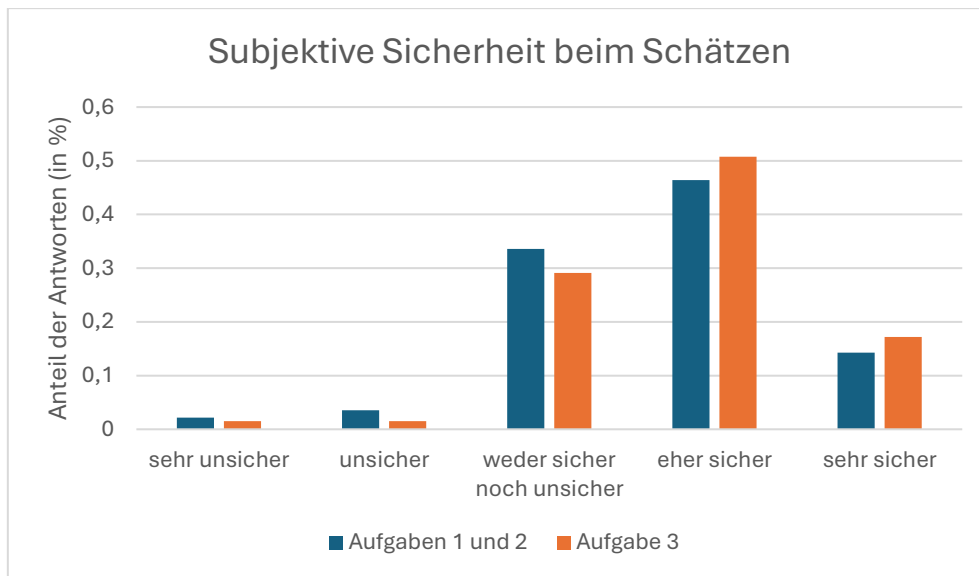


Abbildung 17: Subjektive Sicherheit beim Schätzen
(Anteile in %; Fragebogen, Punkte 6 und 13)

In Abbildung 17 ist die subjektive Sicherheit beim Schätzen (Likert-Skala) für die Aufgaben 1 und 2 sowie für Aufgabe 3 prozentual dargestellt (Aufgaben 1 & 2: $n = 140$; Aufgabe 3: $n = 134$). In beiden Aufgabenbereichen liegt der Schwerpunkt der Angaben im mittleren bis eher sicheren Bereich: Am häufigsten wurde „eher sicher“ gewählt, gefolgt von „weder sicher noch unsicher“. Während „sehr sicher“ von einem merklichen Anteil gewählt wurde, wurden die Kategorien „unsicher“ und „sehr unsicher“ nur vereinzelt angegeben. Im direkten Vergleich unterscheiden sich die Verteilungen bei den unterschiedlichen Aufgaben nur geringfügig. Bei Aufgabe 3 zeigt sich eine leichte Verschiebung in Richtung höherer Sicherheitseinschätzungen.

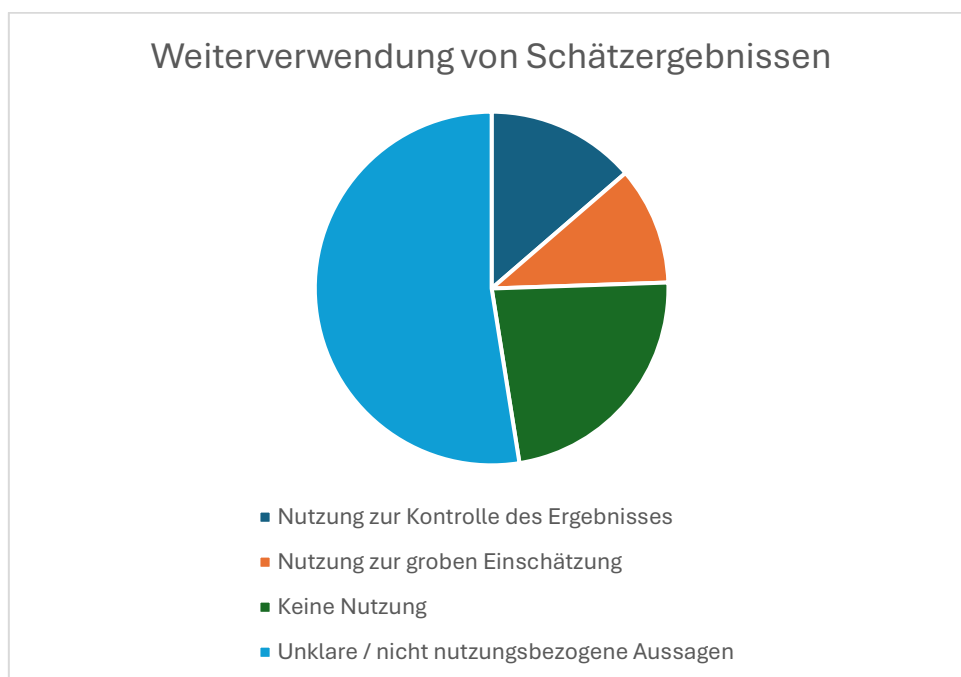
Bei der Aufschlüsselung nach Jahrgangsstufen zeigten sich keine durchgehend zunehmenden Sicherheitseinschätzungen mit steigender Schulstufe. Vielmehr traten zwischen den Jahrgängen Unterschiede ohne klaren Entwicklungstrend auf.

6.2.3 Umgang mit Schätzergebnissen

Zur Beantwortung der zweiten Forschungsfrage wurden drei Fragen des Fragebogens herangezogen, die sich auf die Interpretation und Nutzung von Schätzergebnissen im weiteren Lösungsprozess beziehen. Zunächst wird dargestellt, wie Schüler:innen das Ergebnis ihrer Schätzung konkret

weiterverwenden. Dazu wurden sie gefragt, was ihnen das Ergebnis ihrer Schätzung sagt und wie sie dieses im weiteren Lösungsprozess verwendet haben.

Betrachtet man die Gesamtstichprobe ($n = 139$), entfallen die meisten Nennungen auf unklare bzw. nicht nutzungsbezogene Aussagen (vgl. Abbildung 18). Ein weiterer relevanter Anteil der Schüler:innen gibt an, aus der Schätzung keinen weiteren Nutzen zu ziehen. Demgegenüber entfallen vergleichsweise wenige Nennungen auf eine Nutzung zur Kontrolle des Ergebnisses sowie auf eine Nutzung zur groben Einschätzung.



*Abbildung 18: Weiterverwendung von Schätzergebnissen
(absolute Häufigkeiten; $n = 139$ gültige Antworten; Fragebogen, Punkt 8)*

Eine differenzierte Betrachtung nach Klassenstufen (vgl. Abbildung 19) zeigt, wie sich diese Nutzungsformen innerhalb der einzelnen Jahrgänge verteilen. In allen Klassen treten unklare bzw. nicht nutzungsbezogene Aussagen am häufigsten auf. In der 2. Klasse treten nicht nutzungsbezogene Aussagen besonders häufig auf. Unterschiede zeigen sich auch bei der Kategorie „Keine Nutzung“, die in der 3. Klasse häufiger als in den anderen Jahrgangsstufen genannt wird.

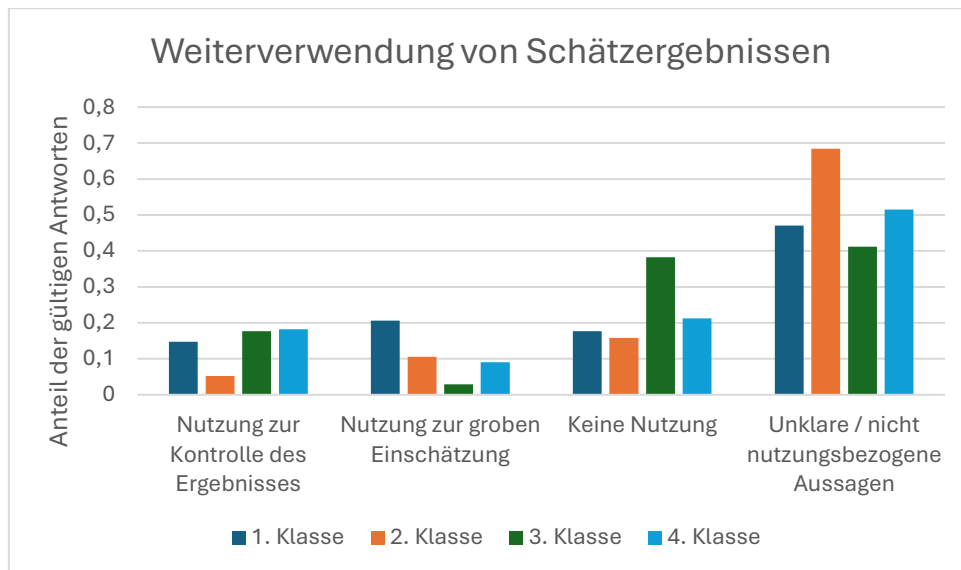


Abbildung 19: Weiterverwendung von Schätzergebnissen nach Jahrgangsstufe
(Anteile in %; n = 139 gültige Antworten; Fragebogen, Punkt 8)

Im Anschluss daran wird betrachtet, welche Aussagekraft das Schätzergebnis für das eigene Ergebnis hat. In Aufgabe 4 wurde den Schüler:innen dazu ein absichtlich falsches Rechenergebnis vorgegeben ($823 - 476 = 247$), das mithilfe einer Schätzung eingeordnet werden sollte. Entsprechend wurden die Schüler:innen gefragt, was ihnen ihre Schätzung über das vorgegebene Ergebnis sagt.

Die Mehrheit der Schüler:innen gibt an, dass ihre Schätzung ungefähr zum Ergebnis passt (vgl. Abbildung 20). Unsicherheit sowie die Einschätzung, dass die Schätzung deutlich vom Ergebnis abweicht, werden seltener genannt.

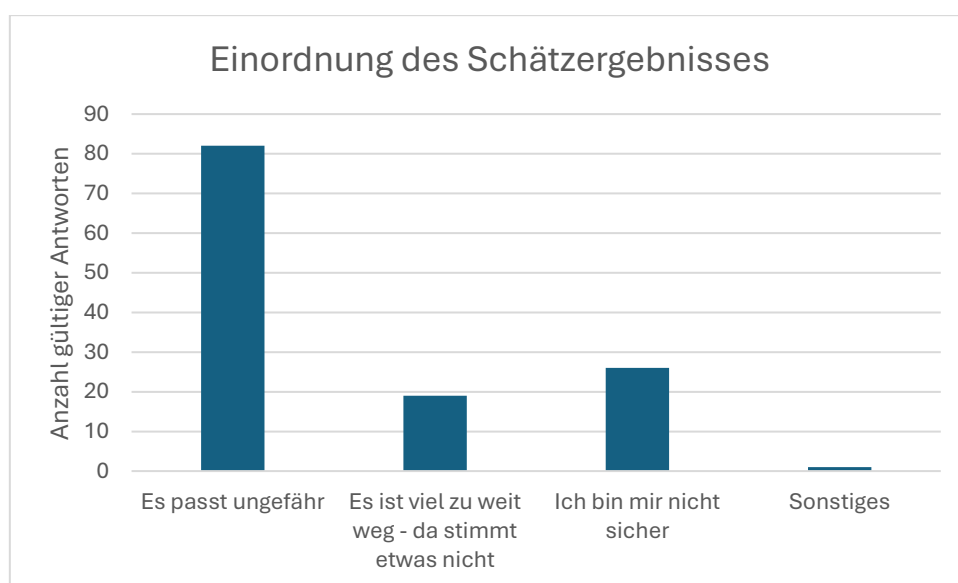


Abbildung 20: Einordnung des Schätzergebnisses in Aufgabe 4
(absolute Häufigkeiten; n = 128 gültige Antworten; Fragebogen, Punkt 17)

In der nach Jahrgangsstufen differenzierten Betrachtung zeigt sich, dass in den höheren Klassenstufen die Anteile der Antworten zunehmen, in denen Unsicherheit oder eine deutliche Abweichung beschrieben wird (vgl. Tabelle B. 4). Zudem wird in der 1. Klasse ein hoher Anteil an Unsicherheitsangaben genannt.

Abschließend wird betrachtet, wie Schüler:innen vorgehen, wenn ihre Schätzung und ihr Ergebnis nicht übereinstimmen. Am häufigsten wird angegeben, bei einer Abweichung die Rechnung nochmals nachzurechnen (vgl. Abbildung 21). Daneben entfällt ein großer Teil der Nennungen auf die Überprüfung der Schätzung. Deutlich seltener werden Strategien wie das Nachfragen bei anderen Personen oder das Nichtweiterverfolgen der Abweichung genannt. Zwischen den Jahrgangsstufen zeigen sich hierbei keine ausgeprägten Unterschiede.

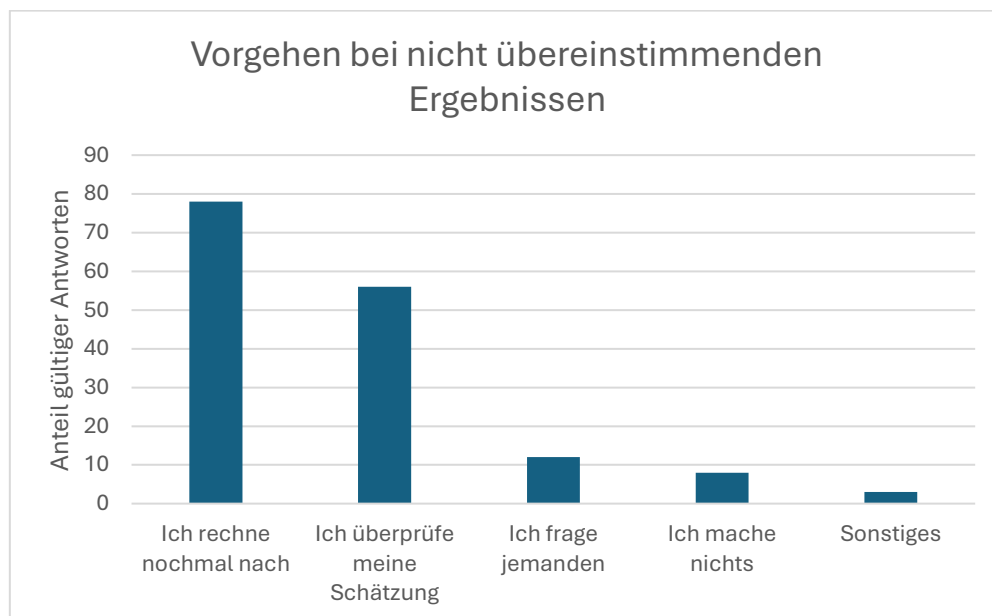


Abbildung 21: Vorgehen bei nicht übereinstimmenden Ergebnissen
(absolute Häufigkeiten; n = 157 Nennungen; Fragebogen, Punkt 18)

6.2.4 Wahrgenommener Nutzen von Schätzungen

Im folgenden Unterkapitel wird der wahrgenommene Nutzen von Schätzungen aus Sicht der Schüler:innen betrachtet. Die Antworten der Schüler:innen zeigen, dass Schätzungen bei den Aufgaben 1 und 2 vor allem als hilfreich eingeschätzt werden, um ein Gefühl dafür zu bekommen, ob ein Ergebnis realistisch ist (vgl. Abbildung 22). Daneben wird häufig genannt, dass Schätzen im Alltag hilfreich ist, da nicht immer genaue Rechnungen notwendig sind. Ebenfalls wird angegeben, dass Schätzen Zeit sparen kann. Deutlich seltener äußern die Schüler:innen, dass Schätzungen für sie keinen Nutzen haben.

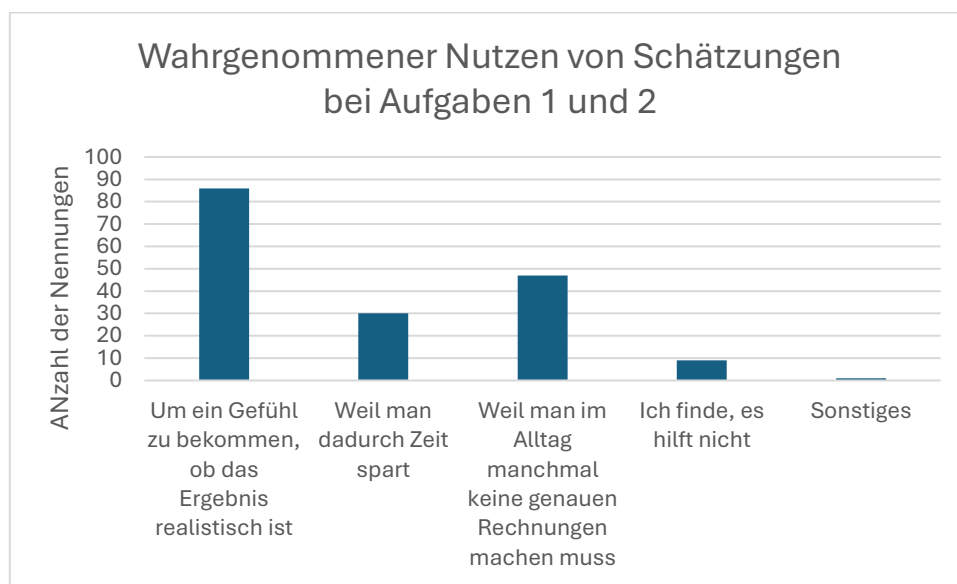


Abbildung 22: Wahrgenommener Nutzen von Schätzungen bei den Aufgaben 1–2
(absolute Häufigkeiten; n = 173 Nennungen; Fragebogen, Punkt 10)

In Bezug auf den wahrgenommenen Nutzen der Schätzung in Aufgabe 3 geben die meisten Schüler:innen an, dass ihnen die Schätzung dabei hilft, ungefähr zu wissen, wie viel Geld benötigt wird (vgl. Abbildung 23). Deutlich seltener wird genannt, dass die Schätzung dazu dient, die genaue Rechnung später zu überprüfen oder eine längere Rechnung einzusparen. Vereinzelt äußern die Schüler:innen, dass ihnen das Schätzen in dieser Aufgabe nicht hilft.

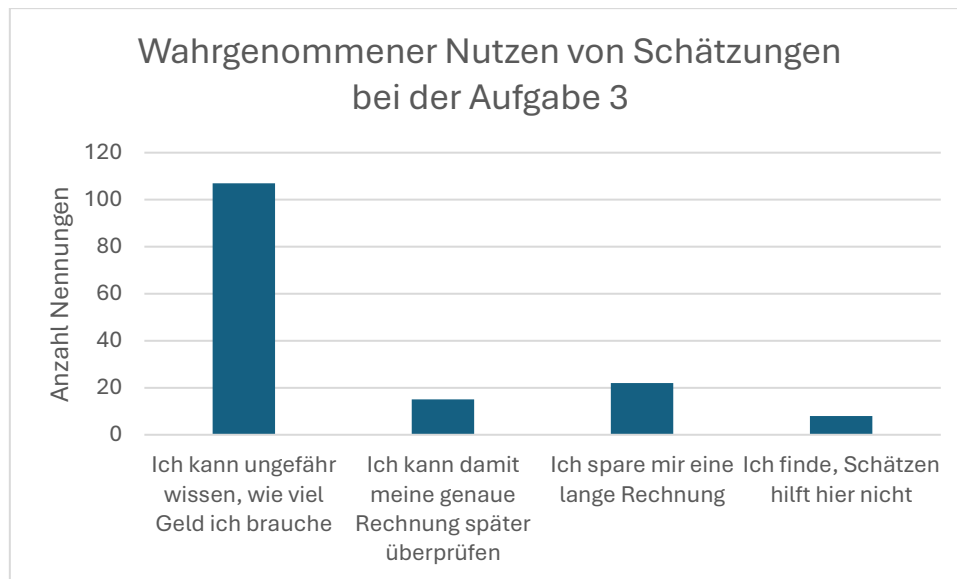


Abbildung 23: Wahrgenommener Nutzen von Schätzungen bei Aufgabe 3
(absolute Häufigkeiten; n = 152 Nennungen; Fragebogen, Punkt 12)

In beiden Fragen zeigt sich, dass Schätzungen vor allem zur Orientierung hinsichtlich einer ungefähren Größenordnung wahrgenommen werden. Darüber hinaus werden in beiden Fällen entlastende Funktionen genannt, etwa das Einsparen von Rechenaufwand oder Zeit. Aussagen, denen zufolge Schätzungen keinen Nutzen haben, treten in beiden Aufgaben nur vereinzelt auf. Zwischen den Jahrgangsstufen lassen sich im wahrgenommenen Nutzen von Schätzungen keine ausgeprägten Unterschiede feststellen.

Auf die Frage, wann Schätzungen im echten Leben benötigt werden, nennen die Schüler:innen unterschiedliche Situationen, in denen Schätzungen als relevant wahrgenommen werden. Am häufigsten nennen die Schüler:innen Situationen rund um Einkaufen und Geldbeträge (n = 87), etwa beim Abschätzen von Preisen oder Gesamtkosten.

Darüber hinaus werden schulische Kontexte genannt (n = 15), darunter sowohl der Mathematikunterricht als auch andere Unterrichtssituationen, in denen Schätzungen als relevant wahrgenommen werden. Einige Schüler:innen geben an, Schätzungen insbesondere dann zu nutzen, wenn aufgrund von Zeitmangel keine genaue Rechnung möglich ist, etwa in Prüfungssituationen oder unter Zeitdruck (n = 5).

Weitere Nennungen betreffen Schätzungen von Größen, beispielsweise Mengen, Gewichten oder Volumina ($n = 12$). Daneben werden Zeitabschätzungen im Sinne der Einschätzung von Dauer oder Zeitaufwand genannt ($n = 5$). Unter der Kategorie „Sonstiges“ wurden heterogene Einzelnennungen zusammengefasst ($n = 23$).

Ein Teil der Schüler:innen machte keine Angabe oder nannte keine konkrete Situation ($n = 16$). Zudem äußerten einzelne Schüler:innen, dass sie Schätzungen im Alltag nicht nutzen, da sie ihnen keinen Mehrwert bieten ($n = 3$).

Abschließend wird eine Frage dargestellt, die weder eindeutig dem Umgang mit Schätzergebnissen noch dem wahrgenommenen Nutzen von Schätzungen zugeordnet werden kann, diese Aspekte jedoch ergänzt. Die Schüler:innen wurden gefragt, ob es in der gegebenen Einkaufssituation besser sei, etwas zu hoch oder zu niedrig zu schätzen.

Die Mehrheit der gültigen Antworten entfällt auf die Einschätzung, dass es günstiger ist, eher etwas zu hoch zu schätzen (vgl. Abbildung 24). Ein weiterer Teil der Schüler:innen gibt an, dass es aus ihrer Sicht keinen Unterschied macht, ob zu hoch oder zu niedrig geschätzt wird. Nur sehr wenige Schüler:innen sprechen sich dafür aus, eher zu niedrig zu schätzen.

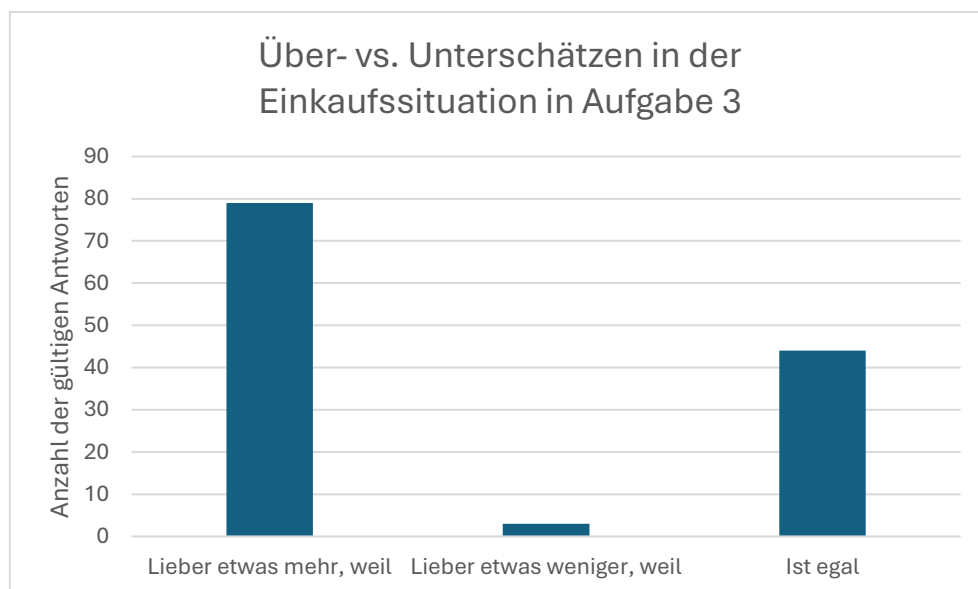


Abbildung 24: Einschätzung von Über- vs. Unterschätzen in Aufgabe 3
(absolute Häufigkeiten; $n = 126$ gültige Antworten; Fragebogen, Punkt 14)

Die überwiegende Mehrheit der Schüler:innen, die ihre Einschätzung begründeten, formulierte dabei eine nachvollziehbare und situationsbezogene Begründung. Die wenigen Begründungen zugunsten einer Unterschätzung waren hingegen nicht auf die konkrete Einkaufssituation bezogen, wiesen jedoch teilweise eine in sich logische Argumentation auf, etwa mit Blick auf eine vereinfachte Rechnung.

6.3 Zwischenfazit der empirischen Untersuchung

Die Ergebnisse der Schüler:innenbefragung zeigen ein differenziertes Bild in Bezug auf Vorerfahrungen, Durchführung von Schätzungen, Umgang mit Schätzergebnissen sowie Nutzenwahrnehmung. Insgesamt wird Schätzen zwar häufig als hilfreich beschrieben und im Alltag verortet, zugleich bleibt die konkrete funktionale Nutzung von Schätzergebnissen im Lösungsprozess für viele Schüler:innen unscharf.

6.3.1 Vorerfahrungen und Begriffsverständnis

Bei den Vorerfahrungen gaben die Schüler:innen häufiger an, außerhalb des Mathematikunterrichts zu schätzen als im Unterricht. Die offenen Antworten verdeutlichen, dass Schätzen im Alltag insbesondere in alltagsnahen Situationen rund um Einkaufen und Geld präsent ist. Daneben wurden weitere plausible Schätzkontexte genannt (z. B. Abschätzen von Höhen/Entfernungen). Gleichzeitig zeigen die offenen Nennungen, dass der Begriff „Schätzen“ nicht bei allen Schüler:innen eindeutig verstanden wird: Neben klaren Schätzsituationen finden sich auch Antworten, die eher auf Raten oder Vermuten hindeuten, sowie einzelne Missverständnisse. Damit ist bei der Interpretation der Selbstauskünfte zu berücksichtigen, dass unterschiedliche Begriffsverständnisse eine Rolle spielen können.

6.3.2 Durchführung von Schätzungen in den Aufgaben

Über die Aufgaben 1–3 hinweg dominieren schätzende Vorgehensweisen (vgl. Abbildung 16). Trotzdem entfallen in allen drei Aufgaben merkliche Anteile der Nennungen auf Raten bzw. genaues Rechnen. Relativ am häufigsten werden nicht-schätzende Vorgehensweisen in Aufgabe 2 genannt, was mit den höheren rechnerischen Anforderungen dieser Aufgabe zusammenhängen kann (u. a.

komplexere Zahlen und Multiplikation statt Addition). Die subjektive Sicherheit beim Schätzen wird insgesamt eher positiv eingeschätzt, Unsicherheit wird nur von wenigen Schüler:innen angegeben.

Hinweis: Eine ergänzende, nicht formal kodierte Sichtung der Bearbeitungen deutet allerdings darauf hin, dass die Zahl plausibler Schätzergebnisse je nach Aufgabe teils deutlich begrenzt war.

6.3.3 Umgang mit Schätzergebnissen

In Bezug auf die Weiterverwendung von Schätzergebnissen dominieren unklare bzw. nicht nutzungsbezogene Aussagen. Ein weiterer relevanter Anteil der Schüler:innen gibt an, keinen Nutzen aus dem Schätzergebnis zu ziehen. Demgegenüber werden funktionale Nutzungen wie Ergebniskontrolle oder eine grobe Einschätzung vergleichsweise selten genannt. Dieses Muster zeigt sich auch in Aufgabe 4, in der ein absichtlich falsches Ergebnis vorgegeben war und die Schätzung zur Ergebniskontrolle dienen sollte: Die Mehrheit beurteilt das Ergebnis dennoch als „ungefähr passend“, während Unsicherheit oder deutliche Abweichung seltener genannt werden. Wenn Schätzung und Ergebnis nicht übereinstimmen, berichten die Schüler:innen am häufigsten, die Rechnung und/oder die Schätzung zu überprüfen. Andere Reaktionen werden deutlich seltener genannt. Insgesamt wirkt die Mehrheit der angegebenen Reaktionen auf Abweichungen damit grundsätzlich „aktiv“ (Überprüfen statt Abbrechen), auch wenn die konkrete Begründung oder Art der Überprüfung in dieser Erhebung nicht weiter ausdifferenziert wurde.

6.3.4 Wahrgenommener Nutzen von Schätzungen

In den Multiple-Choice-Fragen zum wahrgenommenen Nutzen werden Schätzungen in den Aufgaben 1 und 2 vor allem als hilfreich eingeschätzt, um ein Gefühl dafür zu bekommen, ob ein Ergebnis realistisch ist. Zudem wurden häufig die Alltagsrelevanz sowie die Zeitersparnis genannt, während die Option „kein Nutzen“ nur selten gewählt wurde. Für Aufgabe 3 stand überwiegend die Orientierung darüber im Vordergrund, wie viel Geld ungefähr benötigt wird. Kontroll- oder Einsparfunktionen wurden demgegenüber seltener ausgewählt.

Die offenen Nennungen dazu, wann Schätzen „im echten Leben“ gebraucht wird, stützen dieses Bild: Am häufigsten werden Situationen rund um Einkaufen und Geld genannt. Ergänzend zeigt die Frage zur Einkaufssituation (Über- vs. Unterschätzen), dass die Mehrheit der Schüler:innen ein Überschätzen als günstiger einschätzt. Die Begründungen sind überwiegend nachvollziehbar und situationsbezogen, während die wenigen Begründungen zugunsten des Unterschätzens zwar teils einer in sich logischen, mathematischen Überlegung folgen, jedoch nicht direkt auf die konkrete Situation Bezug nehmen.

Zusammenfassend wird Schätzen von den Schüler:innen mehrheitlich als nützlich wahrgenommen und in alltagsnahen Kontexten verortet, insbesondere bei Geld- und Einkaufssituationen. Gleichzeitig gelingt es vielen Schüler:innen nur eingeschränkt, die konkrete Funktion eines Schätzergebnisses im eigenen Lösungsprozess zu benennen oder nachvollziehbar zu beschreiben.

6.4 Limitationen

Die Ergebnisse der vorliegenden empirischen Untersuchung sind unter Berücksichtigung mehrerer methodischer und durchführungsbezogener Einschränkungen zu interpretieren. Diese betreffen sowohl das eingesetzte Erhebungsinstrument als auch die Durchführung der Datenerhebung und die Qualität der erhobenen Daten.

6.4.1 Limitationen des Erhebungsinstruments

Der in dieser Arbeit eingesetzte Fragebogen wurde eigens für die Untersuchung entwickelt und stellt kein standardisiertes Erhebungsinstrument dar. Obwohl der Fragebogen inhaltlich sorgfältig konzipiert und mehrfach überarbeitet wurde, erfolgte kein formaler Pretest. In der Auswertung zeigte sich, dass einzelne Fragen von Schüler:innen missverstanden wurden oder unklar formuliert waren. Ein Pretest hätte möglicherweise dazu beitragen können, solche Verständnisschwierigkeiten im Vorfeld zu erkennen und zu reduzieren.

Ein weiteres Problem bestand darin, dass im Fragebogen zwar Platz für schriftliche Rechnungen vorgesehen war, jedoch keine klar abgegrenzten Rechenfelder enthalten waren. Offenbar war für einige Schüler:innen nicht eindeutig ersichtlich,

dass sie ihre Überlegungen und Berechnungen notieren sollten. In der Folge blieben die schriftlichen Aufzeichnungen häufig sehr knapp oder fehlten ganz, sodass eine systematische Auswertung der Lösungswege nicht möglich bzw. nicht sinnvoll war. Stattdessen konnten die Bearbeitungen lediglich ergänzend und informell herangezogen werden, um einzelne Auffälligkeiten zu identifizieren.

Zudem zeigten sich bei einzelnen Begriffen und Formulierungen sprachliche Verständnisschwierigkeiten. Insbesondere der Begriff „Schätzen“ war nicht allen Schüler:innen geläufig, was die Bearbeitung einzelner Aufgaben und Fragen beeinflusst haben könnte. Da im Rahmen der Untersuchung bewusst auf eine vorgängige Erklärung zentraler Begriffe verzichtet wurde, um den Umgang der Schüler:innen mit Schätzaufgaben im regulären Unterrichtskontext abzubilden, konnten entsprechende Verständnisschwierigkeiten nicht ausgeschlossen werden. Gleichzeitig weist dieser Befund darauf hin, dass der Begriff „Schätzen“ im schulischen Alltag möglicherweise nicht bei allen Schüler:innen fest verankert ist.

Auch einzelne Fragen erwiesen sich im Nachhinein als problematisch formuliert. So wurde etwa die Frage, ob es in einer bestimmten Situation besser sei, „mehr oder weniger zu schätzen“, von einigen Schüler:innen als Frage nach der Häufigkeit des Schätzens interpretiert. Ebenso zeigte sich, dass die vierte Aufgabe, bei der ein bereits berechnetes (fehlerhaftes) Ergebnis beurteilt werden sollte, von vielen Schüler:innen nicht wie intendiert verstanden wurde.

Bei einzelnen Fragen mit Mehrfachauswahl war nicht explizit angegeben, dass nur eine Antwort zulässig ist. Dies führte dazu, dass bei den entsprechenden Fragen Mehrfachnennungen erfolgten, die inhaltlich nicht sinnvoll waren und daher exkludiert werden mussten.

6.4.2 Limitationen der Durchführung

Die Datenerhebung fand überwiegend im regulären Unterricht statt und wurde in den meisten Klassen von den jeweiligen Lehrpersonen durchgeführt. Da die Autorin bei einem Großteil der Durchführungen nicht persönlich anwesend war, konnte nicht kontrolliert werden, ob die Rahmenbedingungen in allen Klassen vergleichbar waren. Insbesondere blieb unklar, ob Taschenrechner erlaubt waren bzw.

verwendet wurden, wie viel Zeit für die Bearbeitung zur Verfügung stand und ob zusätzliche Erklärungen oder Hilfestellungen gegeben wurden.

Zudem konnte beobachtet werden, dass einzelne Schüler:innen während der Bearbeitung miteinander kommunizierten oder sich gegenseitig beeinflussten. Dies zeigte sich unter anderem darin, dass Fragebögen, die räumlich nahe beieinander abgegeben wurden, teilweise sehr ähnliche Antwortmuster aufwiesen. Eine vollständig individuelle Bearbeitung konnte unter den gegebenen schulischen Bedingungen nicht in allen Fällen gewährleistet werden.

6.4.3 Limitationen der Datengrundlage und -qualität

Die Auswertung stützt sich überwiegend auf Selbstauskünfte der Schüler:innen in den zugehörigen Fragen. Beim Digitalisieren der Fragebögen zeigte sich in einzelnen Fällen, dass Schätzungen nachträglich verändert oder korrigiert wurden. Es kann daher nicht ausgeschlossen werden, dass einige Angaben nicht vollständig das ursprüngliche Vorgehen widerspiegeln. Dies betrifft insbesondere Reflexionsfragen, bei denen soziale Erwünschtheit oder nachträgliche Überlegungen eine Rolle gespielt haben könnten.

Im Zuge der Digitalisierung wurde zudem eine informelle Sichtung der Bearbeitungsspuren vorgenommen (z. B. notierte Rechenschritte, Korrekturen, Begründungen). Diese Sichtung wurde nicht systematisch kodiert und dient daher nicht als eigenständige Ergebnisgrundlage, liefert jedoch Hinweise auf mögliche Diskrepanzen zwischen berichteten Vorgehensweisen und sichtbarer Bearbeitung. So fanden sich Hinweise darauf, dass Ergebnisse durch exaktes Rechnen entstanden und anschließend als „Schätzung“ notiert wurden, oder dass Schätzungen ohne nachvollziehbaren Überschlagsweg angegeben wurden. Darüber hinaus deutet diese Sichtung darauf hin, dass der Anteil „halbwegs passender“ Schätzergebnisse in den Aufgaben teilweise unter der Hälfte lag. Da hierfür kein festes Akzeptanzintervall vorab definiert und keine systematische Kodierung vorgenommen wurde, sind diese Werte nur als grobe Orientierung zu verstehen.

Insgesamt ist daher bei der Interpretation der Strategieangaben und Reflexionsantworten zu berücksichtigen, dass Selbstauskünfte nicht in allen Fällen das tatsächliche Vorgehen abbilden müssen. Qualitative Interviews oder eine systematische Kodierung der Bearbeitungsspuren könnten hier zusätzliche Einblicke ermöglichen.

Neben diesen inhaltlichen Einschränkungen der Datengrundlage zeigten sich auch Unterschiede in den Bearbeitungsbedingungen, insbesondere in der Bearbeitungszeit. Während einige Schüler:innen den Fragebogen sehr schnell ausfüllten, benötigten andere deutlich mehr Zeit. Insbesondere gegen Ende des Fragebogens war bei manchen Schüler:innen eine nachlassende Motivation erkennbar, was sich in oberflächlichen oder unvollständigen Antworten äußerte. Bei sehr langsamen Schüler:innen entstand zudem teilweise äußerer Druck, den Fragebogen abzuschließen. Der Umfang des Fragebogens sowie der vergleichsweise hohe Anteil an textbasierten Aufgaben und Fragen könnten für einzelne Schüler:innen, insbesondere welche mit Sprachschwierigkeiten, überfordernd gewesen sein.

6.4.4 Limitationen der Stichprobe und Generalisierbarkeit

Die Untersuchung wurde im Rahmen einer Fallstudie an einer einzelnen Schule durchgeführt. Die Stichprobe ist weder zufällig ausgewählt noch statistisch repräsentativ. Zudem waren Schüler:innen mit zusätzlichem Förderbedarf zum Zeitpunkt der Erhebung meist nicht anwesend und konnten daher nicht einbezogen werden. Die Ergebnisse lassen sich somit nicht ohne Weiteres auf andere Schulen oder Schüler:innengruppen übertragen.

7 Diskussion

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Lehrplan- und Schulbuchanalyse sowie der empirischen Untersuchung im Lichte des Forschungsstandes zusammengeführt und diskutiert. Ziel ist es, zentrale Muster und Spannungsfelder im Umgang mit Schätzen im Mathematikunterricht herauszuarbeiten und in einen größeren fachlichen Zusammenhang einzuordnen.

7.1 Zentrale Befunde im Zusammenspiel von Curriculum, Schulbuch und Schüler:innenangaben

7.1.1 Verankerung und Entwicklung von Schätzen über die Jahrgangsstufen hinweg

Die Lehrplananalyse zeigt, dass Schätzen im österreichischen Lehrplan durchaus explizit erwähnt wird – im Bereich des Computational Estimation vor allem im Zusammenhang mit Überschlagsrechnungen und dem Abschätzen von Ergebnissen bzw. Größenordnungen. Darüber hinaus finden sich auch Größenabschätzungen im Sinne des Measurement Estimation. Eine differenzierte Ausarbeitung verschiedener Schätzarten oder eine systematische Progression über die Jahrgangsstufen hinweg bleibt jedoch begrenzt. Insbesondere Quantity Estimation und Number Line Estimation werden nicht eigenständig adressiert. Insgesamt liegt der Schwerpunkt eher auf der Durchführung von Überschlagsrechnungen als auf strategischer Flexibilität oder der funktionalen Nutzung von Schätzungen im mathematischen Handeln. Eine vertiefte Auseinandersetzung mit Strategien, Denkprozessen oder der Einbettung von Schätzungen in Problemlöseprozesse bleibt weitgehend aus. Diese Beobachtungen stehen in Einklang mit Befunden aus der Literatur, die darauf hinweisen, dass Schätzen in Curricula zwar vorkommt, jedoch häufig nur knapp und ohne weiterführende Ausarbeitung behandelt wird (vgl. Andrews et al., 2021; Sayers et al., 2020; Sunde et al., 2022).

In der Zusammenschau von Lehrplananalyse, Schulbuchanalyse und Schüler:innenangaben zeigt sich ein auffälliges Parallelmuster hinsichtlich der

curricularen und unterrichtlichen Präsenz von Schätzen. Für Computational Estimation ist im Lehrplan vor allem die 1. Schulstufe als Schwerpunkt erkennbar, in der 2. Schulstufe erfolgt eine Wiederaufnahme, während in der 3. Schulstufe keine entsprechenden Inhalte ausgewiesen sind. In der 4. Schulstufe treten zwar wieder Bezüge auf, diese erscheinen jedoch teilweise als näherungsweise Berechnen bzw. „Schätzen“ von Quadratwurzeln und sind damit nicht eindeutig dem Schätzen im engeren Sinne zuzuordnen, sondern eher dem Bereich Approximation. Dieses Muster findet sich in den untersuchten Schulbüchern in ähnlicher Weise wieder: In der 1. Schulstufe ist Computational Estimation deutlich vertreten und Schätzaufgaben treten insgesamt häufig auf, in der 2. Schulstufe nimmt die Anzahl ab, in der 3. Schulstufe fehlen entsprechende Aufgaben nahezu vollständig, und in der 4. Schulstufe erscheinen wieder vereinzelt Schätzaufgaben, dann jedoch häufiger in komplexeren Formaten, etwa in Fermiaufgaben oder anspruchsvolleren Problemstellungen. Auch Measurement Estimation zeigt eine vergleichbare Tendenz: Im Lehrplan wird es im Wesentlichen in der 1. Schulstufe aufgegriffen, und in den Schulbüchern tritt es ebenfalls vor allem zu Beginn stärker auf, während es in der 2. Schulstufe seltener wird und in der 3. und 4. Schulstufe nur noch vereinzelt vorkommt. Andere Schätzarten wie Quantity Estimation oder Number Line Estimation sind hingegen weder im Lehrplan noch in den untersuchten Schulbüchern explizit verankert.

Die Literatur berichtet wiederholt, dass gezielte Fördermaßnahmen bzw. Interventionen im Bereich Computational Estimation wirksam sein können (vgl. Andrews et al., 2021). Zudem wird häufig berichtet, dass Schätzleistungen mit zunehmendem Alter bzw. mit wachsender mathematischer Kompetenz und einem breiteren verfügbaren Strategierepertoire tendenziell ansteigen (vgl. Andrews et al., 2021; Campbell, 2005; Ganor-Stern, 2016; Sunde et al., 2022). Die vorliegende Untersuchung prüft jedoch nicht, ob sich Schätzfähigkeiten im Sinne von Genauigkeit oder Strategierepertoire tatsächlich verbessern. Auffällig ist dennoch, dass sich in den Schüler:innenangaben zumindest ein Zusammenhang zwischen der curricularen bzw. schulbuchseitigen Präsenz von Schätzen und dem berichteten Bewusstsein bzw. den genannten Erfahrungen im Unterricht abzeichnet: In Jahrgangsstufen, in denen Schätzen stärker verankert ist, wird es

tendenziell häufiger als Unterrichtserfahrung genannt, während in der 3. Schulstufe – in der Schätzen sowohl im Lehrplan als auch in den untersuchten Schulbüchern kaum sichtbar ist – „selten“ überwiegt. Gleichzeitig zeigt sich über die Jahrgangsstufen hinweg kein klarer Entwicklungstrend in den weiteren erhobenen Aspekten, etwa in berichteten Vorgehensweisen/Strategien, im Umgang mit Schätzergebnissen (Weiterverwendung, Kontrollfunktion), in der Sicherheit oder in der Nutzeneinschätzung. Dies könnte darauf hindeuten, dass Schätzen im Unterricht eher punktuell aufgegriffen wird und sich dadurch nicht automatisch als dauerhaft verfügbares Werkzeug stabilisiert. Vor dem Hintergrund der genannten Interventionsbefunde erscheint daher ein Forschungsbedarf plausibel, der weniger die kurzfristige Wirksamkeit einzelner Maßnahmen, sondern stärker deren Nachhaltigkeit adressiert: etwa die Frage, wie kontinuierlich und wie häufig Schätzen über mehrere Jahrgangsstufen hinweg aufgegriffen werden müsste, damit sich nicht nur situatives Bewusstsein, sondern auch stabile Handlungsroutinen und funktionales Zweckverständnis langfristig ausbilden.

7.1.2 Aufgabenstruktur und Funktion von Schätzaufgaben

Ein zweiter zentraler Befund betrifft die didaktische Ausrichtung von Schätzaufgaben in den Schulbüchern. In den analysierten Schulbüchern dominieren Aufgabenformate, in denen zunächst geschätzt und anschließend exakt gerechnet wird. Diese Struktur legt nahe, dass die Schätzung primär als vorbereitender Schritt dient – etwa zur Vorhersage einer Größenordnung. Aufgaben, in denen Schätzungen als hinreichendes Ergebnis akzeptiert werden oder explizit zur Kontrolle bereits berechneter Resultate eingesetzt werden sollen, treten demgegenüber deutlich seltener auf.

Diese Beobachtung ist vor dem Hintergrund der Literatur bedeutsam. Studien betonen, dass das Verständnis des Zwecks entscheidend für die Qualität von Schätzleistungen ist und dass vielen Lernenden dieser Zweck nicht hinreichend klar ist (vgl. Lübke (geb. Hunke), 2018; Son et al., 2019; J. T. Sowder & Wheeler, 1989). Zudem wird die Weiterverwendung von Schätzergebnissen im Problemlöseprozess vergleichsweise selten explizit thematisiert. Die Plausibilitätsprüfung mittels Schätzen ist für viele Lernende eine anspruchsvolle und nicht durchgängig

beherrschte Strategie (vgl. Deslis & Desli, 2023; Lübke (geb. Hunke), 2018; Yang, 2019). Wird Schätzen überwiegend als obligatorischer Zwischenschritt vor exaktem Rechnen inszeniert, könnte dies implizit vermitteln, dass Schätzungen allein nicht ausreichen. Der eigentliche Mehrwert – etwa zur Plausibilitätsprüfung oder zur modellhaften Orientierung in realen Situationen – bleibt dann möglicherweise unterbelichtet.

Die empirischen Befunde lassen sich vorsichtig in diesem Licht interpretieren. Zwar geben viele Schüler:innen in den Multiple-Choice-Items an, Schätzen diene der Plausibilitätsprüfung, der Orientierung oder der Zeitersparnis. In der konkreten Plausibilitätsaufgabe (Beurteilung eines absichtlich falschen Ergebnisses) zeigte sich jedoch, dass ein beträchtlicher Teil das fehlerhafte Resultat als „ungefähr passend“ einschätzte. Auch die explizite Weiterverwendung von Schätzergebnissen im Lösungsprozess blieb häufig unklar.

Es wäre voreilig, hieraus direkte Kausalzusammenhänge abzuleiten. Dennoch lässt sich diskutieren, ob die schulbuchseitige Schwerpunktsetzung – Schätzen als vorbereitender Akt, selten als eigenständiges Werkzeug – mit dazu beitragen könnte, dass Lernende Schätzen eher als „Pflichtschritt“ vor exaktem Rechnen und diesem zweitrangig verstehen und weniger als vielseitig einsetzbares Werkzeug, das Ergebnisse einordnet, Entscheidungen unterstützt und Bearbeitungsprozesse steuert.

7.1.3 Aufgabenformate, Kontextbezug und Begriffsverständnis

Ein weiterer Befund betrifft die Art der Aufgaben. Im Bereich der Computational Estimation überwiegen in den untersuchten Schulbüchern kontextfreie, rein numerische Aufgaben. In der Forschung wird zugleich berichtet, dass numerische Schätzaufgaben für Lernende tendenziell leichter zu bearbeiten sind als kontextuell eingebettete Probleme (vgl. Deslis & Desli, 2023). Ob die schulbuchseitige Schwerpunktsetzung damit zusammenhängt, kann hier nicht geklärt werden. Vor dem Hintergrund der Literatur zum Zweckverständnis lässt sich jedoch diskutieren, ob eine überwiegend kontextfreie Aufgabenpraxis eher die Durchführung von Verfahren unterstützt, während die Wahrnehmung von Schätzen als vielseitig einsetzbares Werkzeug weniger systematisch angeregt wird.

Die vorliegende Schulbuchanalyse erfasste Vorkommen und ordnete die Aufgaben systematisch nach übergeordneten Aufgabenformaten. Eine detaillierte qualitative Analyse weiterer Aufgabenmerkmale wurde nicht vorgenommen. Dennoch fiel auf, dass bestimmte Aufgabenformate dominieren und die Variation begrenzt erscheint. Vergleichbare Ergebnisse finden sich etwa in Untersuchungen zu Längenschätzsituationen in Grundschulbüchern, in denen ebenfalls bestimmte Ausprägungen unterrepräsentiert sind (vgl. Hoth et al., 2025). Auch Studien zu Aufgabenmerkmalen weisen darauf hin, dass Formulierungsdetails didaktisch bedeutsam sein können (vgl. Chang et al., 2011).

Vor diesem Hintergrund erscheint es denkbar, dass nicht nur die Häufigkeit, sondern auch die Art und Vielfalt von Schätzaufgaben Einfluss auf die Entwicklung eines differenzierten Schätzverständnisses haben könnten. Eine weiterführende qualitative Analyse der Aufgabenmerkmale würde hier vertiefte Einsichten ermöglichen.

Auch die Begriffswahl könnte hier relevant sein: Während in den Schulbüchern der unteren Jahrgangsstufen häufig der Begriff „Überschlagsrechnung“ beim Computational Estimation verwendet wird, tritt der Begriff „Schätzen“ in diesem Zusammenhang erst später explizit auf. In den offenen Antworten der Schüler:innen zeigten sich teilweise Unsicherheiten oder Missverständnisse hinsichtlich des Begriffs „Schätzen“. Es ist nicht auszuschließen, dass die begriffliche Setzung im Unterricht – stärker an der Rechenoperation als am übergeordneten Konzept orientiert – zur Uneinheitlichkeit im Begriffsverständnis beiträgt.

7.2 Durchführung von Schätzungen im Spannungsfeld von Raten und exaktem Rechnen

In den Aufgaben 1–3 geben die Schüler:innen überwiegend an, schätzend vorgegangen zu sein. Dennoch entfallen in allen drei Aufgaben merkliche Anteile der Nennungen auf Raten und exaktes Rechnen. Insgesamt zeigt sich somit trotz expliziter Schätzaufforderung eine gewisse Konkurrenz zwischen Schätzen und exaktem Rechnen.

Dieser Befund ist vor dem Hintergrund der Literatur einzuordnen. Mehrere Studien berichten, dass viele Lernende auch bei expliziter Aufforderung zum Schätzen auf exaktes Rechnen zurückgreifen, wenn sie sich dazu in der Lage sehen (vgl. Andrews et al., 2021; Hunke, 2012b; Liu, 2009). In diesem Sinne spiegeln die vorliegenden Ergebnisse teilweise bekannte Muster wider.

Die ergänzende, nicht formal kodierte Sichtung einzelner Bearbeitungen unterstützt dieses Bild noch mehr: In mehreren Fällen deuteten die Notizen der Schüler:innen darauf hin, dass zunächst exakt gerechnet und anschließend ein gerundetes Ergebnis als „Schätzung“ notiert wurde. Diese Beobachtungen bleiben aufgrund des explorativen Charakters der Zusatzsichtung vorsichtig zu interpretieren, weisen jedoch auf mögliche Diskrepanzen zwischen Selbstauskunft und tatsächlichem Vorgehen hin.

Hinsichtlich der konkret genannten Strategien wurde insbesondere Runden häufig angegeben. Dies entspricht Befunden aus der Literatur, wonach Runden als naheliegende und häufig genutzte Strategie wahrgenommen wird. Daneben wurden Vorgehensweisen als „nach Gefühl“ beschrieben. Diese Angaben wurden in der Auswertung dem Schätzen zugeordnet, da sie im Unterschied zur Kategorie „geraten“ auf eine subjektive Größenordnungseinschätzung hinweisen. Gleichzeitig bleibt offen, inwieweit solche Selbstauskünfte tatsächlich strategisch reflektiertes Schätzen im Sinne der Computational Estimation darstellen oder eher ein wenig expliziertes, intuitives Vorgehen abbilden. Diese Ambivalenz ist als methodische Einschränkung der Antwortkategorien zu berücksichtigen.

Auffällig ist zudem, dass bei der rechnerisch anspruchsvolleren Aufgabe 2 sowohl exaktes Rechnen als auch Raten vergleichsweise häufiger als bei den anderen Aufgaben genannt wurden. Dies könnte darauf hindeuten, dass bei steigender Anforderung entweder auf vertraute exakte Verfahren zurückgegriffen oder das strategische Vorgehen zugunsten von Raten aufgegeben wird. Auch in der Literatur wird berichtet, dass Schätzleistungen ungenauer werden können, wenn Aufgaben deutlich über dem Kompetenzniveau der Lernenden liegen (vgl. Andrews et al., 2021).

7.3 Ergebnisverwendung und Plausibilitätsprüfung: Schätzen als Werkzeug

Ein zentraler Aspekt der vorliegenden Untersuchung betrifft die Frage, inwiefern Schätzergebnisse im weiteren Lösungsprozess tatsächlich als Werkzeug genutzt werden. Während Schätzen in den Aufgaben 1–3 häufig als Vorgehensweise genannt wurde, bleibt die explizite Weiterverwendung der Schätzergebnisse vielfach unklar. Nur etwa ein Viertel der Schüler:innen konnte konkret benennen, wozu sie das Schätzergebnis nutzen – etwa zur Ergebniskontrolle oder zur groben Orientierung. Ein ähnlich großer Anteil sprach sich explizit gegen eine Weiterverwendung aus, während mehr als die Hälfte keine klaren Angaben machte.

Dieser Befund deutet darauf hin, dass die funktionale Einbettung von Schätzungen im Lösungsprozess vielen Lernenden nicht selbstverständlich erscheint. Interessanterweise stehen diese unscharfen Angaben zur Ergebnisverwendung in einem gewissen Spannungsverhältnis zu den zuvor genannten legitimen Alltagssituationen, in denen Schätzen sinnvoll eingesetzt wird. Offenbar wird Schätzen zwar als Handlung benannt, sein gezielter Nutzen im mathematischen Arbeitsprozess jedoch nicht durchgängig reflektiert.

Besonders deutlich zeigt sich diese Problematik in der Plausibilitätsaufgabe (Aufgabe 4), bei der ein absichtlich falsches Rechenergebnis mithilfe einer Schätzung überprüft werden sollte. Die Mehrheit der Schüler:innen bewertete das fehlerhafte Ergebnis als „ungefähr passend“, obwohl die Abweichung bereits in der Hunderterstelle lag. Nur knapp ein Fünftel erkannte klar, dass das Ergebnis deutlich von einer plausiblen Schätzung abweicht. In höheren Jahrgangsstufen zeigte sich hier eine leichte Verbesserung.

In der Literatur wird die Fähigkeit zur Plausibilitätsprüfung als zentrale, jedoch anspruchsvolle Kompetenz beschrieben, die in engem Zusammenhang mit Schätzen steht (vgl. Deslis & Desli, 2023; Yang, 2019). Studien berichten, dass Lernende Schätzungen vergleichsweise selten aktiv zur Kontrolle nutzen und stattdessen eher auf exakte Verfahren oder mathematische Regeln zurückgreifen.

Gleichzeitig ist bei der Interpretation Vorsicht geboten. Möglicherweise war die Aufgabenstellung nicht für alle Schüler:innen eindeutig verständlich, sodass die Intention der Kontrollfunktion nicht vollständig erkannt wurde. Ebenso könnte eine unterrichtlich eingeübte Erwartungshaltung, dass vorgegebene Rechenergebnisse in Aufgaben korrekt sind, dazu beitragen, dass Angaben nicht systematisch hinterfragt werden.

Auffällig ist zudem, dass im Fall einer erkannten Abweichung die meisten Schüler:innen angaben, aktiv zu reagieren: Viele würden die Rechnung erneut überprüfen, nahezu ebenso viele die eigene Schätzung. Dies könnte darauf hindeuten, dass exakten Verfahren teilweise ein höheres Vertrauen entgegengebracht wird als Schätzungen, was wiederum zur zuvor beschriebenen Konkurrenz zwischen Schätzen und exaktem Rechnen passt.

Auch im Hinblick auf Lehrplan und Schulbuch erscheint dieser Befund anschlussfähig. Wie in Abschnitt 7.1.2 gezeigt, werden Überschlagsrechnungen und Abschätzungen zwar aufgegriffen, die explizite Einübung von Schätzen als Werkzeug im Problemlöseprozess bleibt curricular und schulbuchseitig jedoch eher randständig. Das könnte mit erklären, warum die Weiterverwendung von Schätzergebnissen in den Schüler:innenangaben häufig unklar bleibt.

Insgesamt legen die Ergebnisse nahe, dass Schätzen zwar als Handlung bekannt ist, seine Rolle als bewusst eingesetztes Kontroll- und Orientierungsinstrument jedoch nicht durchgängig etabliert erscheint. Die Differenz zwischen deklarierter Nutzenzuschreibung und tatsächlich sichtbarer Anwendung verweist auf die Bedeutung einer expliziten Thematisierung von Schätzungen als Werkzeug im mathematischen Problemlösen.

7.4 Wahrgenommener Nutzen und tatsächliche Nutzung von Schätzungen

Im Bereich der Nutzenwahrnehmung zeigt sich zunächst ein positives Bild. In den Multiple-Choice-Angaben zu den Aufgaben 1-3 werden Schätzungen vor allem mit der Plausibilität eines Ergebnisses, der Orientierung an einer Größenordnung, mit alltagspraktischer Anwendbarkeit sowie mit Zeitersparnis in Verbindung gebracht.

Auch in der offenen Frage nach Situationen, in denen Schätzungen im „echten Leben“ benötigt werden, konnten viele Schüler:innen sinnvolle Beispiele nennen, insbesondere alltagsnahe Kontexte wie Einkaufen oder den Umgang mit Geld. Daneben wurden jedoch auch schulische Situationen angeführt. Dies könnte darauf hindeuten, dass die Trennung zwischen „Alltag“ und „Schule“ nicht eindeutig wahrgenommen wird oder dass Schule selbst als Teil des Alltags verstanden wird. Nur wenige Schüler:innen gaben an, keinen Nutzen zu erkennen. Auf der Ebene des deklarativen Wissens scheint der Nutzen von Schätzungen somit durchaus präsent.

Gleichzeitig zeigt sich bei genauerer Betrachtung eine gewisse Diskrepanz: Obwohl viele Schüler:innen sowohl in den Multiple-Choice-Angaben als auch in der offenen Frage sinnvolle Nutzenaspekte benennen konnten, wurde die funktionale Nutzung von Schätzungen im konkreten Bearbeitungsprozess – wie in Abschnitt 7.3 dargestellt – nur selten explizit sichtbar. Der beschriebene Nutzen schlägt sich damit nicht automatisch im konkreten Handeln nieder.

Die Literatur betont jedoch, dass ein explizites Zweckverständnis entscheidend für die Qualität von Schätzleistungen ist (vgl. Son et al., 2019). Schätzen entfaltet seine Funktion nicht allein durch Durchführung, sondern durch die bewusste Einbettung in einen Problemlöseprozess. Zugleich ist bislang vergleichsweise wenig darüber bekannt, wie Lernende Überschlagsrechnungen verstehen und welchen Sinn sie ihnen beimessen (vgl. Lübke (geb. Hunke), 2018; Sowder & Wheeler, 1989). Vor diesem Hintergrund erscheint die beobachtete Diskrepanz zwischen benanntem Nutzen und tatsächlicher Nutzung nicht überraschend.

Besonders deutlich wird die Verbindung von Nutzenverständnis und Ergebnisinterpretation in der Aufgabe zur Frage, ob in einer Einkaufssituation eher höher oder niedriger geschätzt werden sollte. Diese Aufgabe impliziert eine modellhafte Entscheidungssituation („Reicht das Geld?“), in der das Schätzergebnis interpretiert werden muss. Etwa zwei Drittel der Schüler:innen entschieden sich für ein Überschätzen und begründeten dies kontextbezogen plausibel. Rund ein Drittel wählte jedoch eine Antwort ohne erkennbaren Bezug zur Situation oder erklärte, es sei „egal“. Dies deutet darauf hin, dass nicht alle Lernenden die implizite Entscheidungssituation erkannten. In diesem Sinne

bestätigt sich, dass Schätzen als Modellrechnung verstanden werden muss, deren Ergebnis nicht nur berechnet, sondern in Bezug auf eine Situation interpretiert wird (vgl. Lübke (geb. Hunke), 2018).

Insgesamt legen die Ergebnisse nahe, dass viele Schüler:innen den Nutzen von Schätzungen grundsätzlich benennen können. Die funktionale Durchdringung – also das bewusste Einsetzen von Schätzungen zur Orientierung, Kontrolle oder Entscheidungsfindung – scheint jedoch nicht automatisch mit dieser deklarierten Einsicht verbunden zu sein. Für den Unterricht ergibt sich daraus die Herausforderung, Aufgaben so zu gestalten, dass Schätzen nicht lediglich „durchgeführt“, sondern als funktional notwendiges Element im Problemlösen erfahrbar wird.

7.5 Limitationen und Forschungsbedarf

Die Interpretation der Ergebnisse ist vor dem Hintergrund der in Abschnitt 6.4 dargestellten methodischen Einschränkungen zu lesen. Besonders hervorzuheben sind dabei die Begrenzungen des Fragebogenformats. Die Erhebung basiert primär auf Selbstauskünften, wodurch strategische Denkprozesse nur eingeschränkt rekonstruiert werden konnten. Diskrepanzen zwischen angegebenem Vorgehen und sichtbaren Bearbeitungsspuren deuten darauf hin, dass tatsächliche Strategien nicht immer zuverlässig erfasst wurden. Auch mögliche Verständnisschwierigkeiten einzelner Items können nicht ausgeschlossen werden.

Darüber hinaus ist zu berücksichtigen, dass es sich um eine Fallstudie mit begrenztem Stichprobenumfang handelt. Die Ergebnisse erlauben daher keine generalisierbaren Aussagen, sondern sind als kontextgebundene Befunde zu verstehen.

Auch die Lehrplan- und Schulbuchanalyse unterliegt Einschränkungen. Die Kategorisierung wurde von einer Person vorgenommen, sodass subjektive Setzungen nicht vollständig ausgeschlossen werden können. Zudem wurden in der Schulbuchanalyse primär Aufgaben gezählt, nicht jedoch deren Umfang oder einzelne Schätzsituationen innerhalb einer Aufgabe differenziert erfasst. Eine vertiefte qualitative Analyse der Aufgabenmerkmale, etwa hinsichtlich sprachlicher

Gestaltung, Kontextbezug oder strategischer Anforderungen, erfolgte nicht. Schließlich beschränkte sich die Untersuchung auf drei Schulbuchreihen, andere Materialien wurden nicht berücksichtigt.

Aus den methodischen Einschränkungen sowie aus den inhaltlichen Ergebnissen ergeben sich mehrere Ansatzpunkte für weiterführende Forschung. Erstens wäre es sinnvoll, Schätzprozesse genauer zu untersuchen, etwa durch Interviews oder Think-Aloud-Protokolle, um besser nachvollziehen zu können, wie Schüler:innen Schätzen tatsächlich verstehen und anwenden. Dabei erscheint insbesondere das Begriffsverständnis relevant: Wie unterscheiden Lernende Schätzen von Raten oder näherungsweise Berechnen, und welche Bedeutungen schreiben sie dem Begriff zu?

Zweitens erscheint eine längsschnittliche Perspektive wichtig, um zu klären, wie sich Schätzkompetenzen über mehrere Jahrgangsstufen hinweg entwickeln und unter welchen curricularen Bedingungen sie langfristig stabilisiert werden können. In diesem Zusammenhang wäre auch zu untersuchen, wie nachhaltig gezielte Fördermaßnahmen wirken.

Drittens sollte die beobachtete Diskrepanz zwischen benanntem Nutzen und tatsächlicher Nutzung im Lösungsprozess vertieft analysiert werden. Dabei stellt sich die Frage, unter welchen Bedingungen deklaratives Wissen über den Nutzen von Schätzungen in konkretes Handeln überführt wird. Viertens wäre eine detailliertere qualitative Analyse von Schulbuchaufgaben hilfreich, um systematisch zu erfassen, wie Schätzen dort eingebettet ist und welche Anforderungen an Interpretation, Entscheidung und Ergebnisbewertung gestellt werden.

8 Fazit

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, Schätzen im Mathematikunterricht der Sekundarstufe I aus unterschiedlichen Perspektiven zu betrachten. Im Zentrum standen dabei vier Forschungsfragen: Wie führen Schüler:innen Schätzaufgaben durch? Wie verwenden sie Schätzergebnisse im Lösungsprozess? Wie reflektieren sie den Nutzen von Schätzungen? Und wie ist Schätzen curricular sowie in Schulbüchern verankert?

Bezogen auf die erste Forschungsfrage zeigt sich, dass Schüler:innen Schätzaufgaben überwiegend als Schätzungen durchführen – zumindest in ihrer Selbstauskunft. Gleichzeitig bleibt Schätzen in Konkurrenz zu exaktem Rechnen und Raten, insbesondere bei steigender mathematischer Anforderung. Die ergänzende Sichtung einzelner Bearbeitungen deutet darauf hin, dass Selbstauskunft und tatsächliches Vorgehen nicht immer übereinstimmen. Strategisch durchdachtes Schätzen scheint daher nicht bei allen Schüler:innen sicher verankert.

Im Hinblick auf die zweite Forschungsfrage wird deutlich, dass die Weiterverwendung von Schätzergebnissen im Lösungsprozess häufig unklar bleibt. Nur ein Teil der Schüler:innen konnte konkret benennen, wozu sie ihr Schätzergebnis nutzen. In der Plausibilitätsaufgabe wurde ein fehlerhaftes Ergebnis vielfach nicht als deutlich unpassend erkannt. Schätzen ist somit als Handlung präsent, seine Funktion als Kontroll- und Orientierungsinstrument jedoch nicht durchgängig etabliert.

Bezogen auf die dritte Forschungsfrage ergibt sich ein differenziertes Bild. Viele Schüler:innen können den Nutzen von Schätzungen benennen und alltagsnahe Situationen anführen. Das deklarative Wissen über die Bedeutung von Schätzungen scheint grundsätzlich vorhanden. Gleichzeitig zeigt sich eine Diskrepanz zwischen benanntem Nutzen und tatsächlicher Nutzung im Problemlöseprozess. Zweckverständnis ist offenbar nicht automatisch mit funktionaler Anwendung verbunden.

Die vierte Forschungsfrage zur curricularen und schulbuchseitigen Verankerung zeigt, dass Schätzen im Lehrplan explizit erwähnt wird, jedoch stark auf Überschlagsrechnungen fokussiert bleibt. Eine systematische Entwicklung über die Jahrgangsstufen hinweg sowie eine explizite Thematisierung der funktionalen Nutzung fehlen weitgehend. Dieses Muster spiegelt sich in den untersuchten Schulbüchern wider. Andere Schätzarten neben Computational Estimation und Measurement Estimation sind nicht explizit verankert. Insgesamt entsteht der Eindruck einer eher episodischen Einbettung.

In der Zusammenschau legen die Ergebnisse nahe, dass Schätzen im Unterricht zwar als Tätigkeit bekannt ist, seine Rolle als bewusst eingesetztes Werkzeug im mathematischen Problemlösen jedoch nicht durchgängig gefestigt erscheint. Zwischen Durchführung, Ergebnisverwendung und Nutzenreflexion zeigen sich Brüche.

Für den Unterricht ergibt sich daraus die Herausforderung, Schätzen nicht nur als vorbereitenden Rechenschritt, sondern als funktional notwendiges Element im Problemlöseprozess zu etablieren. Dazu gehören eine explizite Klärung des Begriffs, die systematische Einübung von Plausibilitätsprüfungen sowie Aufgabenformate, in denen Schätzungen zur Entscheidungsfindung oder Ergebnisinterpretation erforderlich sind.

Die Ergebnisse sind im Rahmen einer Fallstudie zu verstehen und erlauben keine generalisierbaren Aussagen. Sie verdeutlichen jedoch, dass die funktionale Rolle von Schätzen im Mathematikunterricht weiterer Klärung bedarf und eine kontinuierliche Einbettung über mehrere Jahrgangsstufen hinweg für eine nachhaltige Kompetenzentwicklung bedeutsam sein könnte.

Literaturverzeichnis

Ainsworth, S., Bibby, P., & Wood, D. (2002). Examining the Effects of Different

Multiple Representational Systems in Learning Primary Mathematics.

Journal of the Learning Sciences, 11(1), 25–61.

https://doi.org/10.1207/S15327809JLS1101_2

Andrews, P., Sunde, P. B., Nosrati, M., Petersson, J., Rosenqvist, E., Sayers, J., &

Xenofontos, C. (2021). Computational Estimation and Mathematics

Education: A Narrative Literature Review. *Journal of Mathematics*

Education, 14(1), 6–27. <https://doi.org/10.26711/007577152790061>

Andrews, P., Xenofontos, C., & Sayers, J. (2022). Estimation in the primary

mathematics curricula of the United Kingdom: Ambivalent expectations of

an essential competence. *International Journal of Mathematical Education*

in Science and Technology, 53(8), 2199–2225.

<https://doi.org/10.1080/0020739X.2020.1868591>

Beer, R., Chelly, A., Ilias, P., Jilka, S., Steffan, C., & Varelija, G. (2017a). *Genial!*

Mathematik 1 (4. Auflage). Bildungsv Verlag Lemberger.

Beer, R., Chelly, A., Ilias, P., Jilka, S., Steffan, C., & Varelija, G. (2017b). *Genial!*

Mathematik 2 (3. Auflage). Bildungsv Verlag Lemberger.

Beer, R., Chelly, A., Ilias, P., Jilka, S., Steffan, C., & Varelija, G. (2017c). *Genial!*

Mathematik 3 (2. Auflage). Bildungsv Verlag Lemberger.

Beer, R., Chelly, A., Ilias, P., Jilka, S., Steffan, C., & Varelija, G. (2017d). *Genial!*

Mathematik 4 (7. Auflage). Bildungsv Verlag Lemberger.

- Campbell, J. I. D. (2005). *The Handbook of Mathematical Cognition*. Psychology Press. <https://research.ebsco.com/linkprocessor/plink?id=9f3847e0-5958-3f22-b181-ea6c48ca3096>
- Chang, K.-L., Males, L. M., Mosier, A., & Gonulates, F. (2011). Exploring US textbooks' treatment of the estimation of linear measurements. *ZDM*, 43(5), 697–708. <https://doi.org/10.1007/s11858-011-0361-2>
- Deslis, D., & Desli, D. (2023). Does this Answer Make Sense? Primary School Students and Adults Judge the Reasonableness of Computational Results in Context-Based and Context-Free Mathematical Tasks. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 21(1), 71–91. <https://doi.org/10.1007/s10763-022-10250-0>
- Dorfmayr, A., Mistlbacher, A., & Sator, K. (2018a). *Thema Mathematik 1* (3. Auflage). VERITAS.
- Dorfmayr, A., Mistlbacher, A., & Sator, K. (2018b). *Thema Mathematik 4* (2. Auflage). VERITAS.
- Dorfmayr, A., Mistlbacher, A., & Sator, K. (2019a). *Thema Mathematik 2* (4. Auflage). VERITAS.
- Dorfmayr, A., Mistlbacher, A., & Sator, K. (2019b). *Thema Mathematik 3* (3. Auflage). VERITAS.
- Dowker, A., Griffiths, H., Harriss, L., Flood, A., & Hook, L. (1996). Estimation Strategies of Four Groups. *Mathematical Cognition*, 2(2), 113–135. <https://doi.org/10.1080/135467996387499>

- Ganor-Stern, D. (2016). Solving Math Problems Approximately: A Developmental Perspective. *PLOS ONE*, 11(5), e0155515.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155515>
- Hoth, J., Huang, H.-M., Schuy, M., Holland, R., Heinze, A., & Ruwisch, S. (2025, August 1). *Learning opportunities for length estimation in textbooks – a systematic analysis of German elementary school textbooks*.
- Humenberger, H., Hasibeder, J., Himmelsbach, M., Schüller-Reichl, J., Litschauer, D., Groß, H., & Aue, V. (2017a). *Das ist Mathematik SB 1* (H. Humenberger, Hrsg.). Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH&Co. KG.
- Humenberger, H., Hasibeder, J., Himmelsbach, M., Schüller-Reichl, J., Litschauer, D., Groß, H., & Aue, V. (2017b). *Das ist Mathematik SB 2* (H. Humenberger, Hrsg.; 1. Auflage). Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH&Co. KG.
- Humenberger, H., Hasibeder, J., Himmelsbach, M., Schüller-Reichl, J., Litschauer, D., Groß, H., & Aue, V. (2019). *Das ist Mathematik SB 3* (H. Humenberger, Hrsg.; 1. Auflage). Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH&Co. KG.
- Humenberger, H., Hasibeder, J., Himmelsbach, M., Schüller-Reichl, J., Litschauer, D., Groß, H., & Aue, V. (2020). *Das ist Mathematik SB 4* (H. Humenberger, Hrsg.; 1. Auflage). Österreichischer Bundesverlag Schulbuch GmbH&Co. KG.
- Hunke, S. (2012a). Überschlagsrechnen – mathematikdidaktischer Hintergrund. In S. Hunke (Hrsg.), *Überschlagsrechnen in der Grundschule: Lösungsverhalten von Kindern bei direkten und indirekten*

Überschlagsfragen (S. 5–60). Vieweg+Teubner Verlag.

https://doi.org/10.1007/978-3-8348-2519-3_2

Hunke, S. (2012b). Vorgehensweisen beim Überschlagsrechnen. In S. Hunke,

Überschlagsrechnen in der Grundschule (S. 61–77). Vieweg+Teubner

Verlag. https://doi.org/10.1007/978-3-8348-2519-3_3

Janko, T., & Pešková, K. (2017). Exploring Teachers' Perceptions of Curriculum

Change and their Use of Textbooks during its Implementation: A Review of Current Research. *Zeitschrift Für Geographiedidaktik*, 45(1), 33–60.

<https://doi.org/10.18452/23097>

Koenen, R., & Varma, S. (2024). Strategy variability in computational estimation

and its association with mathematical achievement. *Psychological*

Research, 88(8), 2303–2319. <https://doi.org/10.1007/s00426-024-02008-w>

Lehrplan der Mittelschule, BGBl. II Nr. 185/2012 in der Fassung BGBl. II Nr.

178/2025 57 (2025).

<https://www.ris.bka.gv.at/NormDokument.wxe?Abfrage=Bundesnormen&Gesetzesnummer=20007850&Artikel=&Paragraf=&Anlage=1&Uebergangsrecht=>

Lehrpläne – allgemeinbildende höhere Schulen, BGBl. Nr. 88/1985 in der Fassung

BGBl. II Nr. 204/2024 83 (2024).

<https://www.ris.bka.gv.at/GeltendeFassung/Bundesnormen/10008568/Lehrpl%C3%A4ne%20e2%80%93%20allgemeinbildende%20h%C3%B6here%20Schulen%2c%20Fassung%20vom%2018.02.2025.pdf>

Li, H., Hua, X., Yang, Y., Huang, B., & Si, J. (2020). How does task switching affect

arithmetic strategy use in children with low mathematics achievement?

- Evidence from computational estimation. *European Journal of Psychology of Education*, 35(1), 225–240.
- Liu, F. (2009). Computational Estimation Performance on Whole-Number Multiplication by Third- and Fifth-Grade Chinese Students. *School Science and Mathematics*, 109(6), 325–337. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2009.tb18102.x>
- Lübke (geb. Hunke), S. (2018). Zum Zusammenhang zwischen einem Überschlag und einer genauen Rechnung – Ergebnisse einer explorativen Interviewstudie mit Kindern des vierten Schuljahres. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 39(2), 197–226. <https://doi.org/10.1007/s13138-017-0120-1>
- Pepin, B., & Haggarty, L. (2001). Mathematics textbooks and their use in English, French and German classrooms: *Zentralblatt Für Didaktik Der Mathematik*, 33(5), 158–175. <https://doi.org/10.1007/BF02656616>
- Reys, R. E., Rybolt, J. F., Bestgen, B. J., & Wyatt, J. W. (1982). Processes Used by Good Computational Estimators. *Journal for Research in Mathematics Education*, 13(3), 183–201. <https://doi.org/10.2307/748555>
- Rezat, S. (2011). Wozu verwenden Schüler ihre Mathematikschulbücher? Ein Vergleich von erwarteter und tatsächlicher Nutzung. In *Journal für Mathematik-Didaktik* (Bd. 32, Nummer 2, S. 153–177).
- Sayers, J., Petersson, J., Rosenqvist, E., & Andrews, P. (2020, Juli 31). *Estimation: An inadequately operationalised national curriculum competence* (Proceedings Paper No. 1). BSRLM. BSRLM Spring conference 2020.

- Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics
40 (1) March 2020. <https://eprints.whiterose.ac.uk/176068/>
- Sayers, J., Petersson, J., Rosenqvist, E., & Andrews, P. (2021). Opportunities to learn foundational number sense in three Swedish year one textbooks: Implications for the importation of overseas-authored materials. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 52(4), 506–526. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2019.1688406>
- Son, J.-W., Hu, Q., & Lim, W. (2019). Computational estimation skill of preservice teachers: Operation type and teacher view. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 50(5), 682–706. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2018.1532537>
- Sowder, J. (2006). *Estimation and Number Sense* (S. 371–389). <https://doi.org/10.1108/978-1-60752-874-620251020>
- Sowder, J. T., & Wheeler, M. M. (1989). The Development of Concepts and Strategies Used in Computational Estimation. *Journal for Research in Mathematics Education*, 20(2), 130–146. <https://doi.org/10.2307/749278>
- Star, J. R., Kenyon, M., Joiner, R. M., & Rittle-Johnson, B. (2010). Comparison helps students learn to be better estimators. *Teaching Children Mathematics*, 16(9), 557–563.
- Star, J. R., & Rittle-Johnson, B. (2009). It pays to compare: An experimental study on computational estimation. *Journal of Experimental Child Psychology*, 102(4), 408–426. <https://doi.org/10.1016/j.jecp.2008.11.004>
- Sunde, P. B., Petersson, J., Nosrati, M., Rosenqvist, E., & Andrews, P. (2022). Estimation in the Mathematics Curricula of Denmark, Norway and Sweden:

Inadequate Conceptualisations of an Essential Competence. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 66(4), 626–641.

<https://doi.org/10.1080/00313831.2021.1897881>

Threadgill-Sowder, J. (1984). Computational Estimation Procedures of School Children. *The Journal of Educational Research*, 77(6), 332–336.

Valverde, G. A., Bianchi, L. J., Wolfe, R. G., Schmidt, W. H., & Houang, R. T. (2002). *According to the Book*. Springer Netherlands. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-0844-0>

Yang, D.-C. (2019). Performance of Fourth Graders When Judging the Reasonableness of a Computational Result. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(1), 197–215.
<https://doi.org/10.1007/s10763-017-9862-y>

Yang, D.-C., & Wu, S.-S. (2012). *Examining the Differences of the 8th-Graders' Estimation Performance Between Contextual and Numerical Problems*.

Hilfsmittelverzeichnis

- KI-gestütztes Sprachtool: ChatGPT (OpenAI) und Google Gemini – verwendet zur sprachlichen Überarbeitung und Formulierungshilfe (z. B. Umformulieren, Kürzen, Strukturieren von Absätzen). Inhaltliche Konzeption, Literatursauswahl und -auswertung, Analysen, Datenerhebung und -auswertung sowie Schlussfolgerungen wurden eigenständig erstellt und final geprüft.
- Datenaufbereitung und Auswertung: Microsoft Excel (z. B. Codierung/Aufbereitung der Fragebogendaten, Berechnung von Häufigkeiten/Prozentwerten, Erstellung von Diagrammen).

Anhang

Anhang A: Fragebogen

Die Nummerierung wurde nachträglich zur besseren Nachvollziehbarkeit der Auswertung ergänzt.

Fragebogen: Schätzen in Mathe und im Alltag

In welche Klasse gehst du? ☐ 1. Klasse ☐ 2. Klasse ☐ 3. Klasse ☐ 4. Klasse

[1] Hast du im Mathematikunterricht schon einmal etwas geschätzt?

☐ Ja, oft ☐ Ja, manchmal ☐ Selten ☐ Nein, noch nie

[2] Hast du außerhalb vom Mathematikunterricht schon einmal etwas geschätzt?

☐ Ja, oft ☐ Ja, manchmal ☐ Selten ☐ Nein, noch nie

[3] Wenn ja, welche Situation fällt dir ein, in der du geschätzt hast?

[4] Lilly geht für ihren Papa einkaufen. Sie bezahlt im ersten Geschäft 15,27€, im zweiten Geschäft 18,61€.

- a) Schätze zuerst, wie viel Euro Lilly insgesamt ausgegeben hat!
- b) Berechne nun genau, wie viel Euro Lilly insgesamt ausgegeben hat!

[5] Entscheide durch eine Überschlagsrechnung, welches Ergebnis richtig ist!

- | | |
|-------------------|----------------------------------|
| $5,6 \cdot 42,5$ | ☐ 23,8 |
| | ☐ 328 |
| | ☐ 238 |
| $12,54 \cdot 4,6$ | ☐ 87,544 |
| | ☐ 42,264 |
| | ☐ 57,684 |
| $7,8 \cdot 105,3$ | ☐ 82,134 |
| | ☐ 685,264 |
| | ☐ 821,34 |

[6] Wie sicher warst du dir bei deinen Schätzungen?

				
☐	☐	☐	☐	☐

[7] Wie hast du die Gesamtsumme im ersten Beispiel geschätzt?

- ☐ Ich habe beide Preise aufgerundet und dann addiert
- ☐ Ich habe beide Preise abgerundet und dann addiert
- ☐ Ich habe mir eine ähnliche, einfachere Rechnung überlegt
- ☐ Ich habe „nach Gefühl“ geschätzt
- ☐ Ich habe geraten
- ☐ Ich habe eine andere Methode verwendet: _____

[8] Was sagt dir das Ergebnis dieser Schätzung? Wie hast du diese Schätzung weiterverwendet? (z. B. zur Kontrolle deiner genauen Rechnung, für etwas anderes oder gar nicht?) _____

[9] Wie hast du bei der zweiten Aufgabe entschieden, welche Ergebnisse richtig sind?

- ☐ Ich habe die Zahlen in der Aufgabe überschlagen und geschaut, welches Ergebnis passen könnte
- ☐ Ich habe das Ergebnis genau berechnet
- ☐ Ich habe geraten
- ☐ Ich habe ein Gefühl dafür gehabt, welches ungefähr passen könnte
- ☐ Ich habe eine andere Methode verwendet: _____

[10] Was denkst du, wozu kann das Schätzen bei solchen Aufgaben hilfreich sein?

- ☐ Um ein Gefühl zu bekommen, ob das Ergebnis realistisch ist
- ☐ Weil man dadurch Zeit spart
- ☐ Weil man im Alltag manchmal keine genauen Rechnungen machen muss
- ☐ Ich finde, es hilft nicht
- ☐ Andere: _____

[11] Rosa und Toni möchten für ein Schulprojekt Material einkaufen. Das möchten sie kaufen:

- 4 Plakate zu je 2,89 €
- 1 Flasche Kleber für 1,19 €
- 2 Hefte mit Tonpapier zu je 4,99 €
- 2 Scheren zu je 0,59 €

Schätze: Wie viel wird das ungefähr insgesamt kosten?

[12] Was bringt dir die Schätzung in dieser Aufgabe?

- ☐ Ich kann ungefähr wissen, wie viel Geld ich brauche
- ☐ Ich kann damit meine genaue Rechnung später überprüfen
- ☐ Ich spare mir eine lange Rechnung
- ☐ Ich finde, Schätzen hilft hier nicht
- ☐ Andere: _____

[13] Wie sicher warst du dir bei deiner Schätzung?

				
☐	☐	☐	☐	☐

[14] Denkst du, es ist in dieser Situation besser, etwas zu hoch oder zu niedrig zu schätzen? Warum?

- ☐ Lieber etwas mehr schätzen, weil _____

- ☐ Lieber etwas weniger schätzen, weil _____

- ☐ Ist egal

[15] Welche Methode hast du beim Schätzen verwendet?

- ☐ Ich habe die Preise zuerst gerundet und dann gerechnet
- ☐ Ich habe die Preise ungefähr im Kopf zusammengezählt
- ☐ Ich habe geraten
- ☐ Ich habe genau gerechnet.
- ☐ Ich habe eine andere Methode verwendet: _____

[16] Du hast gerechnet: $823 - 476 = 247$

Schätze ungefähr, was herauskommen müsste.

Schreibe auf, wie du geschätzt hast:

[17] Was sagt dir deine Schätzung über dein Ergebnis?

- ☐ Es passt ungefähr
- ☐ Es ist viel zu weit weg – da stimmt etwas nicht
- ☐ Ich bin mir nicht sicher
- ☐ Andere Idee: _____

[18] Was machst du, wenn deine Schätzung und dein Ergebnis nicht zusammenpassen?

- ☐ Ich rechne nochmal nach
- ☐ Ich überprüfe meine Schätzung
- ☐ Ich frage jemanden
- ☐ Ich mache nichts
- ☐ Andere Idee: _____

[19] Wann brauchst du im echten Leben eine Schätzung?

Vielen Dank für deine Teilnahme!

Anhang B: Häufigkeitstabellen

Tabelle B. 1: Punkt 7 - relative Häufigkeit der Nennungen nach Jahrgangsstufe (n = Nennungen; 1. Klasse: n = 37, 2. Klasse: n = 40, 3. Klasse: n = 34, 4. Klasse: n = 36)

	Ich habe beide Preise aufgerundet und dann addiert	Ich habe beide Preise abgerundet und dann addiert	Ich habe mir eine ähnliche einfachere Rechnung überlegt	Ich habe "nach Gefühl" geschätzt	Ich habe geraten	Ich habe genau gerechnet	Sonstiges/unklar
1. Klasse	0,30	0,08	0,14	0,38	0,08	0,03	-
2. Klasse	0,25	0,08	0,28	0,28	-	0,10	0,03
3. Klasse	0,29	0,06	0,21	0,29	0,03	0,12	-
4. Klasse	0,33	0,14	0,19	0,33	-	-	-
Gesamt	0,29	0,09	0,20	0,32	0,03	0,06	0,01

Tabelle B. 2: Punkt 9 - relative Häufigkeit der Nennungen nach Jahrgangsstufe (n = Nennungen; 1. Klasse: n = 37, 2. Klasse: n = 41, 3. Klasse: n = 39, 4. Klasse: n = 36)

	Ich habe die Zahlen in der Aufgabe überschlagen und geschaut, welches Ergebnis passen könnte	Ich habe das Ergebnis genau berechnet	Ich habe geraten	Ich habe ein Gefühl dafür gehabt, welches ungefähr passen könnte
1. Klasse	0,43	0,11	0,22	0,24
2. Klasse	0,37	0,12	0,10	0,41
3. Klasse	0,36	0,10	0,21	0,33
4. Klasse	0,28	0,14	0,19	0,39
Gesamt	0,36	0,12	0,18	0,35

Tabelle B. 3: Punkt 15 - relative Häufigkeit der Nennungen nach Jahrgangsstufe (n = Nennungen; 1. Klasse: n = 33, 2. Klasse: n = 37, 3. Klasse: n = 34, 4. Klasse: n = 33)

	Ich habe die Preise zuerst gerundet und dann gerechnet	Ich habe die Preise ungefähr im Kopf zusammengezählt	Ich habe geraten	Ich habe genau gerechnet	Sonstiges/unklar
1. Klasse	0,45	0,36	0,12	0,06	-
2. Klasse	0,27	0,46	0,14	0,11	0,03
3. Klasse	0,41	0,32	0,12	0,12	0,03
4. Klasse	0,36	0,52	0,09	0,03	-
Gesamt	0,37	0,42	0,12	0,08	0,01

Tabelle B. 4: Punkt 17 – relative Häufigkeiten der gültigen Antworten nach Jahrgangsstufe (n = gültige Antworten; 1. Klasse: n = 29, 2. Klasse: n = 37, 3. Klasse: n = 33, 4. Klasse: n= 29)

	Es passt ungefähr	Es ist viel zu weit weg - da stimmt etwas nicht	Ich bin mir nicht sicher	Andere Idee	Gesamt
1. Klasse	0,66	-	0,34	-	29,00
2. Klasse	0,73	0,14	0,14	-	37,00
3. Klasse	0,61	0,21	0,15	0,03	33,00
4. Klasse	0,55	0,24	0,21	-	29,00
Gesamt	0,64	0,15	0,20	0,01	128,00