



universität
wien

MASTERARBEIT / MASTER'S THESIS

Titel der Masterarbeit / Title of the Master's Thesis

Entstehungsprozess und Evaluation von Schulbüchern in
der Sekundarstufe II im Fach Mathematik

verfasst von / submitted by

Lukas Kristament, BSc BEd

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

Wien, 2023 / Vienna 2023

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

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

Betreut von / Supervisor:

UA 199 520 525 02

Masterstudium Lehramt Sek (AB)

Unterrichtsfach Mathematik

Unterrichtsfach Psychologie und Philosophie

Univ.-Prof. Mag. Dr. Hans Humenberger

Abstract

In Österreich gibt es viele aktuelle Schulbücher für die Sekundarstufe II im Fach Mathematik. Allerdings fehlt ein passendes Instrument zum Vergleich der Werke. Ziel dieser Arbeit ist es, eine Möglichkeit der Evaluation dieser Schulbücher zu schaffen. Dafür wurden im Rahmen einer umfassenden Literaturrecherche die folgenden Forschungsfragen beantwortet: Wie wird der Begriff „Schulbuch“ überhaupt definiert und welche Anforderungen haben Lehrende, Lernende und Eltern an diese? Wie entstehen Schulbücher in Österreich und wie läuft der Approbationsprozess ab? Welche bereits bestehenden Beurteilungswerkzeuge für Schulbücher gibt es auf dem Gebiet der Schulbuchevaluation? Aufgrund der letzten Fragestellung wurden die wichtigsten Items in einem Beurteilungsraster zusammengefasst und um weitere Kriterien ergänzt, welche die aktuellen Anforderungen an Schulbücher widerspiegeln. Dieser neue Schulbuchraster ermöglicht neben der regulären Beurteilung auch eine Schnellbeurteilung. Darüber hinaus ist es möglich, eine Gewichtung der einzelnen Items für den individuellen Bedarf vorzunehmen. Dadurch können unterschiedliche Typen von Lehrkräften noch besser zu dem für sich passenden Schulbuch gelangen. Dieser Beurteilungsraster erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit. Er soll aber zum einen ein Hilfsmittel für die Auswahl eines geeigneten Schulbuchs darstellen und zum anderen einen Anstoß für weitere Forschung auf diesem Gebiet geben.

In Austria, there are many current textbooks available for secondary level II mathematics, but there is a lack of a suitable tool for comparing them. The aim of this study is to create a method for evaluating these textbooks. To accomplish this, a comprehensive literature review was conducted to answer the following research questions: How is the term “textbook” defined, and what are the requirements of teachers, students, and parents for them? How are textbooks produced in Austria, and what is the approval process like? What existing tools are available for textbook evaluation? Based on the last mentioned question, the most important items were summarized in an evaluation grid and supplemented with additional criteria that come from the current requirements for textbooks. This new textbook evaluation tool allows for both a regular evaluation and a quick evaluation. Additionally, it is possible to weight individual items according to specific needs, enabling different types of teachers to find a suitable textbook more easily. This evaluation grid does not claim to be exhaustive, but rather a useful tool for selecting an appropriate textbook and a starting point for further research in this field.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Gliederung der Arbeit	2
2	Das Schulbuch	3
2.1	Definitionen	3
2.2	Arten von Schulbüchern	4
2.3	Funktionen von Schulbüchern	7
2.4	Anforderungen von Lehrenden, Lernenden und Eltern an Schulbücher	9
2.4.1	Anforderungen von Lehrenden	9
2.4.2	Anforderungen von Lernenden	12
2.4.3	Anforderungen von Eltern	14
3	Entstehung von Schulbüchern	16
3.1	Situation in Österreich	16
3.2	Lehrplan und Schulbücher	17
3.2.1	Lehrplan versus Grundkompetenzenkatalog	18
3.3	Planungsphase	20
3.4	Autor:innen	21
3.5	Approbationsverfahren	23
4	Evaluation von Schulbüchern	26
4.1	Schulbuchraster	26
4.1.1	Bielefelder Raster	27
4.1.2	Reutlinger Raster	28
4.1.3	Salzburger Raster	30

4.1.4	levanto 3.0	31
4.1.5	Kompetenzorientierter Schulbuchraster (KOS)	33
4.2	Vergleich der ausgewählten Schulbuchraster	35
4.2.1	Zusammenfassung	35
4.2.2	Vor- und Nachteile der jeweiligen Raster	38
4.3	Ergänzung weiterer Kriterien	39
4.3.1	Kompetenzorientierung, Handlungsdimensionen	39
4.3.2	Überlegungen zur Beurteilung mathematischer Schulbücher	41
4.3.3	Lernprozesse	42
5	Erstellung eines neuen Schulbuchrasters	46
5.1	Entstehungsprozess	46
5.2	Beurteilungsraster für Schulbücher in der Sekundarstufe II im Fach Mathematik	47
5.2.1	Bewertung und Gewichtung	54
6	Analyse dreier Schulbücher anhand des neuen Schulbuchrasters	57
6.1	Dimensionen, Mathematik 7	58
6.2	Mathematik verstehen 7	63
6.3	Thema Mathematik 7	70
6.4	Vergleich der Schulbücher anhand der Analyse	75
6.4.1	Vorbemerkungen	75
6.4.2	Vergleich ohne Gewichtung	76
6.4.3	Vergleich mit Gewichtung	77
7	Konklusion, Ausblick und Grenzen der Arbeit	80
	Anhang	82
	Literaturverzeichnis	100

1 Einleitung

„Wie schaffe ich es, meine Schülerinnen und Schüler bestmöglich auf die Mathematura in vier Jahren vorzubereiten?“ Diese Frage hat sich vielleicht schon die eine oder andere Lehrkraft, welche zum ersten Mal eine 5. Klasse (AHS) unterrichtet hat, gestellt. Dass es dabei nicht nur einen Weg gibt, um ans Ziel zu kommen, zeigt die Fülle an Unterrichtsmaterialien, die sowohl in gedruckter als auch digitaler Form zu finden sind. Zu den meistverwendeten Hilfsmitteln in Österreich zählen dabei Schulbücher. (BMBWF, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2021, 348) Alleine die Oberstufenreihen verschiedener Werke bieten dabei eine umfangreiche Auswahlmöglichkeit. Durch zum Teil sehr unterschiedliche Herangehensweisen an bestimmte Themen wird es jedoch schwierig, eine geeignete Entscheidung für die Auswahl eines Lehrmittels zu treffen. Möglicherweise kommt sogar der Wunsch auf, selbst an der Erstellung eines Schulbuchs mitzuwirken, was aber mit einem hohen Aufwand verbunden ist. Daher stellt sich die Frage, auf welches bereits bestehende Werk zurückgegriffen werden soll, um den eigenen Ansprüchen an Aufbau, Inhalt, Methodik etc. gerecht zu werden. Was ist also ein „gutes“ Schulbuch bzw. wann gilt dieses als „besser“ als ein anderes? An genau diesem Punkt setzt die vorliegende Arbeit an. Neben der Beleuchtung des Entstehungsprozesses österreichischer Schulbücher ist es das Ziel, ein Bewertungsinstrument für ebendiese zu schaffen. Da jene Beurteilungswerkzeuge, welche bereits existieren, nur bedingt den aktuellen Ansprüchen (Stichworte „Zentralmatura“ bzw. „Laptopeinsatz“) entsprechen, soll eine aktualisierte Version geschaffen werden. Grundlage dafür sind bereits bestehende Beurteilungsraster, welche sich im Laufe der Zeit weiterentwickelt haben.

1.1 Gliederung der Arbeit

Um den Begriff „Schulbuch“ besser fassen zu können, wird in Kapitel 2 eine für diese Arbeit verwendete Definition gegeben. Zudem wird ein Einblick in die Arten und Funktionen von Schulbüchern gegeben. Da ein solches Werk nicht nur für Lehrer:innen, sondern auch für Schüler:innen und deren Eltern seinen Zweck erfüllen soll, wird ebenfalls auf die Anforderungen dieser Personengruppen eingegangen.

Kapitel 3 befasst sich mit dem Entstehungsprozess von Schulbüchern. Da es thematisch um österreichische Schulbücher geht, wird hier speziell auf die Situation in Österreich eingegangen. Nach einem Abschnitt über den engen Zusammenhang zwischen Büchern und Lehrplänen bezieht sich der nachfolgende Inhalt auf die Planungsphase, die an der Entstehung unabdingbaren Personen wie Autor:innen sowie die Approbationskommission zur offiziellen Zulassung.

Damit approbierte Schulbücher anhand von Beurteilungsinstrumenten bewertet werden können, beschäftigt sich das Kapitel 4 mit ebendiesen. Neben der Vorstellung und dem Vergleich bereits erprobter Beurteilungsraster werden die Stärken und Schwächen derselben herausgearbeitet. Schließlich werden weitere Kriterien ergänzt, um der Aktualität von Schulbüchern – speziell im Bereich Mathematik – zu entsprechen.

Ausgehend von diesen Erkenntnissen wird im Kapitel 5 ein neuer Beurteilungsraster für Schulbücher in der Sekundarstufe II im Fach Mathematik vorgestellt. Dabei wird ebenfalls der Entstehungsprozess offengelegt.

Um einen Einblick in die Funktionsweise des neuen Rasters zu geben, werden im Kapitel 6 exemplarisch drei aktuelle Schulbücher aus der 11. Schulstufe (7. Klasse AHS) beurteilt und miteinander verglichen, wobei auch auf eine mögliche Gewichtung von Items eingegangen wird.

Schließlich folgt im Kapitel 7 nach einem Fazit ein Ausblick über potenzielle Weiterentwicklungen, welche durch sich momentan im Wandel befindende Strukturen wie der Änderung der Zentralmatura im Schuljahr 2027/28 sowie einem überarbeiteten Lehrplan in der Zukunft bedingt werden. Nicht zuletzt dadurch werden auch die Grenzen dieser Arbeit aufgezeigt.

2 Das Schulbuch

Wird man mit dem Begriff „Schulbuch“ konfrontiert, denkt man möglicherweise zunächst an jene Bücher, die in der eigenen Schulzeit im Unterricht regelmäßig verwendet wurden. Doch neben diesen Büchern gab es vielleicht noch Begleitmaterialien wie zum Beispiel Arbeitshefte, die ebenfalls in der Schule zum Einsatz kamen. Haben diese Medien nun auch den Titel eines *Schulbuchs* verdient oder ist es hier nötig, eine Differenzierung vorzunehmen? Das folgende Kapitel wird sich dieser Frage widmen.

2.1 Definitionen

Betrachtet man die Literatur über Schulbücher, so stößt man auf eine Vielzahl an Definitionen, was eigentlich mit dem Begriff des Schulbuchs gemeint ist. Um sich ein besseres Bild der teilweise recht unterschiedlichen Definitionen machen zu können, folgt hier ein Auszug aus diversen Quellen:

- Schulbücher sind Lernmittel, welche in Druckform vorliegen, schulartbezogen sind und sich an Lehrplänen bzw. Standards für ein Schulfach oder einer Fächergruppe orientieren. Die in Schulbüchern bestimmten Kompetenzen, Inhalte und Ziele sollen den Stoff für ein Schuljahr beinhalten und so für den Unterricht einsetzbar sein. (Stöber, 2010, 10)
- Ein Schulbuch ist ein Buch, welches für Schüler:innen bestimmt ist. Es entspricht den amtlichen Richtlinien und die Inhalte, welche für (gewöhnlich) einen Jahrgang vorgesehen sind, werden für diese Altersgruppe bzw. Schulart angemessen dargestellt. (Glatfeld, 1981)

- Unter einem Schulbuch versteht man Lehr-, Lern- und Arbeitsmittel, die für den Unterricht verwendet werden. Sie enthalten einen systematischen Aufbau des Jahresstoffs. Schulbücher als Textart lassen sich zwischen dem Sachbuch und dem wissenschaftlichen Werk einordnen. Merkmale des Schulbuchs sind die folgenden: Lehrplanbezug, klare Adressatengruppe, Eingrenzung des Inhalts auf den Lehrstoff eines Unterrichtsjahres, methodisch aufbereiteter Inhalt, Berücksichtigung unterrichtsdidaktischer Prinzipien, Gestaltung nach lernpsychologischen Erkenntnissen, Ausrichtung von Texten und Illustrationen auf konkrete Lernziele, kommissionelle Überprüfung und behördliche Zulassung. (Bamberger, 1998)
- Schulbücher werden als Unterrichtsmaterialien bezeichnet. Diese bestehen aus Schüler-, Lehrpersonen- und zusätzlichen Materialien. Gegebenenfalls können diese auch weitere Medien (Filme, Experimentiermaterialien) enthalten. (Bölsterli et al., 2015)

Es ist also schnell ersichtlich, dass die Definitionen von Schulbüchern sowohl in ihrem Umfang als auch in ihrer Genauigkeit teilweise recht stark voneinander abweichen. Aus diesem Grund ist es sinnvoll konkret anzugeben, was in dieser Arbeit unter dem Begriff „Schulbuch“ verstanden werden soll:

Ein Schulbuch ist ein Buch, welches sich am Lehrplan orientiert und den jeweiligen Jahresstoff eines Fachs für eine bestimmte Schulstufe und einen bestimmten Schultyp für Lernende aufbereitet und zur Gänze oder darüber hinaus abdeckt. Weiters werden didaktische Prinzipien berücksichtigt und es wurde von einer Approbationskommission überprüft und zugelassen.

2.2 Arten von Schulbüchern

Der Vollständigkeit halber sei hier noch erwähnt, welche Arten von Schulbüchern in der Literatur erwähnt und unterschieden werden. Laut Sitte (2001, 450 ff.) kann man Schulbücher wie nachfolgend beschrieben differenzieren:

- **Lehrbücher**, welche ausschließlich eine Wiedergabe von Sachverhalten darstellen und

zur Wiederholung des im Unterrichts bearbeiteten Stoffs dienen. Diese Arten von Büchern finden sich ab der Mitte des 19. Jahrhunderts in Österreich.

- **Lernbücher** sollen bei der Verinnerlichung des Stoffs außerhalb des Unterrichts helfen. Zudem sollen Sachverhalte aus dem Unterricht wieder in Erinnerung gerufen werden. Dazu dienen drei Kategorien von Fragen, nämlich „Sachfragen“, „Verständnisfragen“ und „Wiederholungsfragen“. Geschichtlich gesehen gab es Lernbücher in Österreich vermehrt von 1920 bis zur Mitte der 1950er-Jahre.
- Der Grundsatz von **Arbeitsbüchern** ist es, das selbstständige Arbeiten von Schüler:innen zu fördern. Dabei werden verschiedene Formen von Unterlagen zur Verfügung gestellt, welche in Kombination mit Arbeitsanweisungen und Auswertungshinweisen die Selbstständigkeit gewährleisten sollen. Diese Buchformen konnten sich in/nach den 1950er-Jahren durchsetzen.
- Die aktuellen Bücher sind in der Regel **Mischformen** aus den drei erstgenannten Bucharten.

Bamberger et al. (1998) verfolgen einen weniger historischen Ansatz, sondern gehen bereits von „modernen“ Schulbüchern aus. Auch wenn zeitweise die Begriffe „Lehrbuch“ sowie „Schullehrbuch“ fallen, so werden diese nicht weiter unterschieden und es wird meist einfach der Begriff des Schulbuchs verwendet. Die Unterscheidung erfolgt hier nach dem Prinzip des Stoffumfangs:

- **Das Maximum-Lehrbuch:** Hier wird versucht, ein möglichst dichtes Stoffangebot anzubieten. Ein Vorteil eines solchen Angebots ist es, als Lehrperson die Auswahl zu haben, auf welchen Stoff man sich spezialisieren möchte bzw. wie sehr man in den einzelnen Kapiteln vorhat, in die Tiefe zu gehen. Zudem werden den Lernenden ausreichend Möglichkeiten geboten, den Stoff zu wiederholen und zu vertiefen. Eine große Stofffülle bringt aber auch einige Nachteile mit sich. Lehrer:innen haben Probleme mit der Auswahl des Stoffs, sie verwenden das Buch daher entweder gar nicht oder nur als Ergänzung ihrer eigenen Vorbereitungen. Weiters entsteht zuweilen der Anspruch, das

Stoffangebot voll auszunutzen und möglicherweise sogar noch selbstständig erweitern zu wollen, sodass die Schüler:innen überfordert sind.

- **Das Minimum-Lehrbuch:** Bei dieser Art von Schulbuch möchte man sich auf das Wesentliche beschränken. Dies hat beispielsweise den Vorteil, dass der Approbationsprozess schneller vonstatten geht. Es besteht eine geringere Gefahr der Überforderung seitens der Lernenden. Weiters können durch das Wegfallen diverser Stoffgebiete die in den Schulbüchern verbliebenen Inhalte ausführlicher gestaltet werden, sodass der Stoff besser zur Geltung kommt. Ein Nachteil ist jedoch, dass durch eben diese Gestaltung in Form von Grafiken, Bildern etc. Aufgaben zum Wiederholen zu kurz kommen.
- **Mischformen:** Um die jeweiligen Vorteile von Maximum- bzw. Minimum-Lehrbüchern zu vereinen, könnte auch hier eine Mischform für den richtigen Ausgleich zwischen den beiden Bucharten sorgen. Besonders im Hinblick auf die Angemessenheit des Stoffs, sowohl in seinem Umfang als auch in Bezug auf die aktuelle Schulstufe, wäre das eine interessante Lösung. Hier werden in anderen Ländern zum Teil verschiedene Schulbücher in derselben Klasse („mixed-ability-classes“) verwendet, um dem Leistungsniveau eines jeden Schülers bzw. einer jeden Schülerin gerecht werden zu können.

Neben den beiden genannten Quellen werden in der Literatur noch weitere Bezeichnungen für Schulbücher verwendet. So ist zum Teil von „Lehrmittel“ (Fuchs et al., 2014), „Lehr- und Arbeitsbuch“ (Kissling, 1995) oder „Lehrwerk“ (Stöber, 2010) die Rede, ohne, dass diese Begriffe voneinander unterschieden werden. Die Bezeichnungen für Schulbücher sind also schwammig und überlappen einander teils massiv, sodass es schwierig wird, eine klare Trennung zwischen den einzelnen Begriffen zu bewerkstelligen. Nachfolgend wird nun immer der Begriff des Schulbuchs, so wie er in Kapitel 2.2 definiert wurde, verwendet.

Da nun geklärt ist, was hier unter einem „Schulbuch“ verstanden werden soll ist und welche Arten man unterscheiden kann, stellt sich die Frage, welche Funktionen ein solches Buch neben den rein formalen Aspekten noch zu erfüllen hat.

2.3 Funktionen von Schulbüchern

Da ein Schulbuch mehr als nur eine Theorie- und Aufgabensammlung sein soll, werden hier die wichtigsten Funktionen herausgegriffen, die ein Schulbuch mitbringen muss. Laut Hacker (1980, 7 ff.) sind das die folgenden:

- **Repräsentationsfunktion:** Hier ist die Stoffvermittlung anhand von Texten, Bildern und Grafiken gemeint. Diese soll den Lernenden helfen, nach Möglichkeit selbstständig Wissen bzw. Kompetenzen zu erwerben. Zusätzlich dazu wird die Lehrperson von frontaler Wissensvermittlung entlastet und kann die Lernenden gezielter unterstützen. Dadurch sollen schüler:innenbezogene Lernprozesse besser gelenkt werden können.
- **Steuerungsfunktion:** Durch diese Funktion wird der Ablauf des Unterrichts und die Gewichtung des Stoffs vorgegeben. Dies kann beispielsweise durch Arbeitsaufträge, Impulse, Fragen oder Lösungshinweise passieren. Auch wenn dadurch die Freiheit, die man beim entdeckenden Lernen hat, etwas eingeschränkt wird, ist der Lehrperson kommunikativ geholfen.
- **Übungs-, Ergebnissicherungs- und Festigungsfunktion:** Hierbei handelt es sich nicht ausschließlich um ein stures Auswendiglernen und Wiederholen von Merksätzen oder dergleichen. Vielmehr sollen mit Hilfe methodischer Vielfalt Wissen und Fertigkeiten gefestigt und überprüft werden. Dies kann zum Beispiel durch Anwendungen des Gelernten in einem neuen Kontext passieren.
- **Strukturierungsfunktion:** Diese bezieht sich auf die Inhalte, welche, bezogen auf den Lehrplan, vermittelt werden sollen. Dabei wird auf die Anordnung der einzelnen (Unter-)Kapitel geachtet, sowohl für einzelne Lerneinheiten als auch für die Langzeitplanung. Den Lehrpersonen wird durch die Strukturierung eines Buchs ein Vorschlag für die Reihenfolge der Durchführung der Kapitel gegeben. Dies kann zum einen dazu verleiten, die Autonomie im Bezug auf die Reihenfolge der Kapitel aufzugeben. Zum anderen kann es passieren, dass man sich ausschließlich am Buch orientiert und den Lehrplan dabei außer Acht lässt. Man spricht in diesem Zusammenhang auch vom „heimlichen Lehrplan“.

- **Koordinierungsfunktion:** Hier wird einerseits von der Abstimmung von Schulbüchern auf andere Unterrichtsmedien sowie auf fächerübergreifenden Unterricht gesprochen. Andererseits sind auch Arbeitsmaterialien, Quellensammlungen etc. gemeint.
- **Motivierungs- bzw. Stimulationsfunktion:** Beginnend beim Cover über das gesamte Layout bis hin zur Art der Stoffvermittlung sollen Lernende dafür gewonnen werden, Interesse für das Schulbuch zu zeigen. Gerade in der multimedialen Zeit muss auch hier darauf geachtet werden, dem Zeitgeist zu entsprechen. Sitte (2001, 449) spricht in diesem Zusammenhang auch die neuen Medien an, die heutzutage wieder ein brandaktuelles Thema geworden sind. Er stellt in den Raum, dass die Laptopunterstützung ein Schulbuch nicht ersetzen können wird. Vielmehr müssen die Schulbücher dahingehend adaptiert werden, dass sie dem Zeitgeist entsprechen und sich vernünftig in die Arbeit mit dem Laptop eingliedern lassen.
- **Differenzierungsfunktion:** Mit dieser Funktion soll die Aufteilung des Stoffs in Grund- und Ergänzungsstoff gesichert werden. Weiters sind unterschiedliche Niveaustufen zu berücksichtigen, wobei auch auf Methodenvielfalt geachtet werden soll. Durch eine gute Differenzierung dieser Bereiche kann der Lehrperson erneut Arbeit abgenommen werden.

Alles in allem kann man die eben erwähnten Punkte unter dem Oberbegriff der „Bildungsfunktion“ zusammenfassen, unter dem die Selbstbildungsfunktion einen besonderen Stellenwert einnimmt. (Bamberger, 1998, 13)

Die bisherigen Ausführungen über das Thema „Schulbuch“ waren eher theoretisch und von dem Wissensstand aus der Schulbuchforschung geprägt. Nachfolgend soll daher geklärt werden, welche Ansprüche von Seiten der in der Benützung eines Schulbuchs involvierten Personen gestellt werden.

2.4 Anforderungen von Lehrenden, Lernenden und Eltern an Schulbücher

Da das Schulbuch nicht die einzige Möglichkeit ist, Hilfsmittel im Unterricht einzusetzen, stellt sich die Frage, welche Kriterien ein solches Buch erfüllen muss, damit aus Sicht der Lehrenden, Lernenden und Eltern ein Einsatz dieses Mediums als sinnvoll erachtet werden kann.

2.4.1 Anforderungen von Lehrenden

Allgemein sehen die Erwartungen von Lehrpersonen an Schulbücher so aus, dass die fachbezogene inhaltliche Verwendung und Gestaltung im Vordergrund steht. Durch das Aufkommen der Kompetenzorientierung und weiterer bildungspolitischer Richtlinien änderten sich auch die Anforderungen an neue Werke dahingehend. Beispielsweise werden mehr Lehrmittel für den integrativen und individualisierten Unterricht gefordert. (Fuchs et al., 2014)

Durch das Aufkommen der Neuen Medien (siehe Kapitel 2.3) werden weitere Ergänzungsangebote zum Schulbuch geschaffen, wodurch dieses etwas in den Hintergrund gedrängt wird. Aus (nicht empirisch belegten) Praxisbeobachtungen in der Primarstufe geht hervor, dass Arbeitsblätter das meistverbreitete Unterrichtsmedium neben dem Schulbuch sind, da sie differenziert und flexibel eingesetzt werden können. (Heckt, 2005)

Bestenfalls sollen Schulbücher in sämtlichen Phasen des Lehr-Lern-Prozesses zum Einsatz kommen, also sowohl bei der Erarbeitung von neuem Stoff als auch bei Arbeitsaufträgen oder Hausübungen. (Sandfuchs, 2006) Interessant dabei ist, dass Schulbücher offenbar auf recht verschiedene Arten verwendet werden. Nicht immer handelt es sich dabei um die Art, die von den Autor:innen intendiert ist. (Gräsel, 2010)

Wie ein Schulbuch verwendet wird, hängt von mehreren Merkmalen ab: (Fuchs et al., 2014)

- Schulform, Fach, Geschlecht, Ausbildung der Lehrperson und Klassenstufe
- physische Beschaffenheit des Schulbuchs, insbesondere in Bezug auf die Seitenzahl und das Verhältnis zwischen Text und Grafiken

- Durch Neuauflagen bzw. Wechsel von Büchern steigt der Arbeitsaufwand durch ein erneutes Einarbeiten, wodurch die Akzeptanz von Schulbüchern sinken kann.
- „Aufgabenkultur“, also die Bestimmung der Ziele und Inhalte der Lern- und Lehrkultur durch die Aufgaben

Zu erwähnen ist auch noch die Verwendung des Schulbuchs zur Unterrichtsvorbereitung. Hier hat sich gezeigt, dass nicht nur das im Unterricht verwendete Werk, sondern auch andere Schulbücher für die Vorbereitung herangezogen werden. (Bähr, 1999)

Da die Meinungen, ob überhaupt ein Schulbuch zum Einsatz kommen soll, stark variieren, wird im Fall der Ansicht einer Behinderung des Unterrichts durch ein Buch versucht, diese Lücke durch verschiedene Materialien zu schließen. (Sandfuchs, 2010, 11) Zusätzliche Medienpakete werden allerdings sowohl von Befürwortern als auch Gegnern von Schulbüchern als Erleichterung der Arbeit angesehen.

Wirft man einen Blick auf das internationale Geschehen im Kontext von mathematisch-natur-

wissenschaftlichen Fächern, so lassen sich folgende Entwicklungen erkennen:

Laut einer Fallstudie aus Flandern nimmt die Auswahl an Schulbüchern zur Verwendung im Mathematikunterricht einen im Vergleich zu anderen Fächern recht hohen Stellenwert ein. (van Steenbrugge et al., 2013) Auch hier gab es massive Unterschiede in den Meinungen zu Schulbüchern. Die Unterrichtserfahrung spielte dabei keine entscheidende Rolle. Weiters machte die Art des Schulbuchs keinen Unterschied für die Lernerfolge der Schüler:innen. Vielmehr stand für die Lehrenden der Umfang und die Art der Materialien im Vordergrund. Dies wird durch eine Studie aus den USA untermauert, nach welcher die Lehrer:innen ergänzend und nach individuellen Bedürfnissen zusätzliches Material zum Buch verwenden. (Taylor, 2013)

In Mathematik wird bei der Auswahl an Schulbüchern ein Fokus auf die Quantität und Qualität von Übungsaufgaben gelegt. Weiters nehmen Handreichungen zu den Werken einen hohen Stellenwert ein. Ebenso sollte auf individualisierte Aufgabenstellungen sowie innere Differenzierung (siehe Kapitel 2.3) Wert gelegt werden. (Fuchs et al., 2014, 98)

Wie unterschiedlich Mathematikbücher von Lehrenden gebraucht werden, war das Ergebnis einer vergleichenden Studie in Deutschland, Frankreich und Großbritannien. Während in Frankreich das Schulbuch nur zum Teil benutzt wird und sich auch der Unterricht aus verschiedenen Materialien aus unterschiedlichen Quellen zusammensetzt, liegt in Deutschland bei der Vorbereitung der Fokus wesentlich mehr bei dem im Unterricht verwendeten Buch. Der Einsatz desselben variiert je nach Schultyp. In Großbritannien wird – wie auch in Deutschland – das im Unterricht verwendete Schulbuch zur Vorbereitung herangezogen. (Haggarty und Pepin, 2002, 583 ff.)

Betrachtet man den Mathematikunterricht in der Sekundarstufe II in den USA, so übernehmen nur rund die Hälfte der Lehrkräfte Inhalte direkt aus dem Schulbuch. Rund ein Drittel kombiniert die Inhalte mit anderen Materialien und der Rest verwendet grundsätzlich Alternativen zum Schulbuch. (McNaught und Sears, 2010, 13)

Wie bereits eingangs dieses Abschnitts erwähnt, spielt die Kompetenzorientierung heute eine tragende Rolle im (Mathematik-)Unterricht. In diese Richtung argumentieren auch Bölsterli et al. (2015, 34 ff.), welche die folgenden Forderungen an ein kompetenzorientiertes Schulbuch stellen:

- Information über die Kompetenzorientierung
- Information über den Schulbuchaufbau
- Erleichterung der Unterrichtsplanung und -durchführung
- Unterstützung der Lerncoach-Rolle
- Unterstützung der Umsetzung von naturwissenschaftlicher Grundbildung

Weiters wird das Schulbuch als Fortbildungsmöglichkeit für Lehrkräfte angesehen. Die folgenden Aspekte dienen der Aneignung professioneller kompetenzorientierter Lehrpersonenkompetenzen:

- Förderung des Erlernens und Vertiefens naturwissenschaftlicher Fachinhalte
- Ermöglichung des Erlernens erweiterter Fachinhalte

- Erläuterung der zu vermittelnden Kompetenzen
- Förderung der Befähigung zur kompetenzorientierten Auftragsgenerierung
- Erläuterung der effektiven Nutzung des Schulbuchs, beispielsweise durch einen Band für Lehrer:innen

2.4.2 Anforderungen von Lernenden

Zur Verwendung von Schulbüchern in sozialwissenschaftlichen Fächern gibt es bislang keine empirischen Studien. Allerdings existieren im deutschsprachigen Raum Untersuchungen, welche sich mit der Verwendung des Schulbuchs im Geschichtsunterricht beschäftigen. Hier werden laut Schönemann und Thünemann (2010) vier Funktionen des Schulbuchs für Schüler:innen herausgearbeitet:

- Informationsaufnahme durch Reorganisation
- Erkenntnisgewinn durch Materialerschließung
- Urteilsbildung durch Problemlösung
- Ideologiekritik durch synchronen und diachronen Schulbuchvergleich

Betrachtet man den Geographieunterricht, so wird eine genaue und knappe Darstellung von Inhalten als wichtig erachtet. (Knecht, 2007, 234) In dieselbe Kerbe schlägt eine Studie zu Physikbüchern, die zudem eine gute Verständlichkeit und klare Struktur postuliert. (Staraschek, 2003)

Wirft man einen Blick auf Mathematikbücher, so zeigen sich Probleme in den Werken durch unverständliche Erläuterungen, zu wenige Musterbeispiele inklusive Kommentaren sowie Lösungskontrollen. Eine Forderung besteht daher in einer weniger häufigen Nutzung von Fachvokabular und mehr Übungsmöglichkeiten, weswegen in der vorhandenen Studie auch des Öfteren angegeben wurde, Begleitmaterialien häufiger als die Schulbücher selbst zu benutzen. (Zimmermann, 1992, 89 f.) Eine jüngere Untersuchung hat ergeben, dass Schulbücher von Lernenden zum Bearbeiten von Aufgaben, zum Festigen des Gelernten, zur Wissensaneignung und zum interessensmotivierten Lernen genutzt werden. (Rezat, 2009, 319 ff.) Die

ersten drei Formen der Benützung sind also ziel- und zweckgebunden und werden um das interessensmotivierte Lernen ergänzt, welches durch die eigene Motivation und den kognitiven Antrieb geschieht. Ebenso wurde herausgefunden, dass sich Schüler:innen neben dem Unterricht selbstständig zum Bearbeiten von Aufgaben sowie zur Vertiefung mit dem Buch beschäftigen. Das passiert aber nur dann, wenn die Lehrperson das entsprechende Werk auch im Unterricht eingesetzt hat, nachdem diese sich selbst vom Nutzen für den Unterricht überzeugt hat (siehe Kapitel 2.4.1). Eine neuere Studie beschäftigt sich damit, wie mathematische Inhalte aus Schulbüchern von Lernenden ausgewählt werden. (Rezat, 2012) Sie kommt zu dem Schluss, dass Inhalte gezielt im Hinblick auf den Nutzen für den Lernerfolg ausgewählt bzw. aussortiert werden. Ein entscheidender Faktor ist dabei laut Macintyre und Hamilton (2010), wie das Material, speziell im Hinblick auf die Lebens- und Erfahrungswelt sowie auf die Identität der Schüler:innen, präsentiert wird.

Der Vollständigkeit halber sei noch eine Studie aus den Niederlanden erwähnt, laut welcher Schulbücher für den Lernerfolg auch eine negative Rolle spielen können. (van Steenbrugge et al., 2013) Die Schüler:innen konnten zu einem für sie neuen Thema dem Buch nicht ausreichend viele Informationen entnehmen. Zudem war die Kommunikation untereinander durch die Verwendung des Lehrmittels eingeschränkter als in der Vergleichsgruppe. Hierbei handelte es sich allerdings ausschließlich um Physikbücher, weswegen an dieser Stelle nicht näher darauf eingegangen wird, da diese Arbeit zwar auch einen Überblick über die generelle Rolle von Schulbüchern geben möchte, sich schlussendlich aber doch den Mathematikbüchern widmet.

Aus der Sicht der Kompetenzorientierung werden die folgenden Ansprüche an ein Schulbuch zur Unterstützung von Lernenden gestellt (Bölsterli et al., 2015, 32 ff.):

- Bereitstellung von Kurzinformationen zu Neuerungen
- Vorbereitung auf die Outputorientierung
- Gewährleistung eines auf Kompetenzen basierendem Schulbuchaufbaus

Um selbstständiges Lernen besser fördern zu können, ergeben sich die folgenden weiteren Punkte:

- Förderung subjektiven Lernens
- Gewährleistung individueller Förderung
- strukturierte Begleitung
- Förderung metakognitiven Denkens (Überprüfung und Korrektur eigener Vorstellungen)
- Förderung induktiven Verstehens (Transferaufträge im Anschluss an Experimentier-, Lern- und Einübungsphasen, um von einem Einzelbeispiel zu einer Verallgemeinerung zu kommen, welche daraus folgt)
- Förderung des Fachverstehens

Unabhängig von der Kompetenzorientierung werden noch die folgenden Forderungen an ein für Lernende „gutes“ Schulbuch ergänzt:

- Sicherstellung schüler:innengerechter Sprache
- Berücksichtigung niedriger Leistungsniveaus
- Schaffung von eigener „Ästhetik“ und „Körperlichkeit“ zur Entwicklung einer Beziehung zum Fach bzw. zum Schulbuch, was sich positiv auf die Motivation auswirken kann

2.4.3 Anforderungen von Eltern

Auch wenn Eltern einen weniger direkten Bezug zu Schulbüchern haben, so geraten sie dennoch mit diesem Medium in Kontakt. Daher zählen Eltern zu einer in der Theorie nicht zu unterschätzenden, aber in der Praxis sehr wohl unterschätzten Gruppe der Schulbuchnutzer, was auch Schulbuchforscher:innen belegen. (Knecht und Najvarová, 2010, 4) Wie sich gezeigt hat, differieren die Anforderungen an Schulbücher voneinander, da es zwei verschiedene Sichtweisen gibt. Zum einen möchten Eltern ihre Kinder beim Lernen unterstützen und sehen im Gebrauch des Schulbuchs ein geeignetes Hilfsmittel. Zum anderen wird die Meinung

vertreten, dass der Schule alleine der Bildungsauftrag innewohnt und damit lediglich die Anforderungen der Lehrenden und Lernenden (siehe Kapitel 2.4.1 und Kapitel 2.4.2) erfüllt sein müssen. Betrachtet man erstere Gruppe von Eltern, so ist ein ganz deutlicher Wunsch nach einer klaren Struktur vorhanden, welche durch Zusammenfassungen sowie Lösungen zu Übungsaufgaben ergänzt wird. Kritisiert wird, dass Schulbücher zu unübersichtlich, nicht verständlich genug, nur beschränkt einsetzbar, nicht aktuell und zu teuer seien. Daher soll künftig verstärkt auf digitale Begleitmedien und Ergänzungsmaterial aus dem Internet gesetzt werden. Für die Evaluation und Weiterentwicklung von Schulbüchern wird gefordert, dass man Werke online bewerten kann. Weiters soll es laut Eltern die Möglichkeit geben, Schulbücher über mehrere Jahre hinweg zu benützen und somit weitergeben zu können, um zusätzliche Kosten zu sparen. Hierzu muss gesagt werden, dass wir uns in Österreich seit 1972 in der Lage befinden, eine Schulbuchaktion zu haben, wodurch das Kostenargument in diesem Fall eliminiert werden kann. (BMBWF, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2022c)

3 Entstehung von Schulbüchern

Da im Kapitel 2 erläutert wurde, was in dieser Arbeit unter Schulbüchern zu verstehen ist, welche Arten und Funktionen diese haben und welche Anforderungen von Lehrenden, Lernenden und Eltern an sie gestellt werden, widmet sich dieses Kapitel ihrem Entstehungsprozess.

3.1 Situation in Österreich

Die Erstellung von Schulbüchern geschieht in Österreich in der Regel über einen Verlag, welcher auf die Erstellung und Vermarktung von Lehr- und Lernmaterialien spezialisiert ist. Die Rahmenbedingungen, welchen ein neues Werk folgen soll, gibt der Staat vor. Zu den wichtigsten gehören der Lehrplan und das Zulassungsverfahren. Da in der jüngeren Vergangenheit durch die Einführung der Zentralmatura und das Aufkommen von Bildungsstandards in Österreich bedeutende Modifikationen im Bildungssystem vorgenommen wurden, sind auch diese Themen in den Fokus in Bezug auf die Schulbucheerstellung gerückt.

Durch die Schulbuchaktion, welche Schüler:innen Lernmaterial momentan kostenlos zur Verfügung stellt, können Lehrkräfte aus Schulbuchlisten jene Unterrichtsmittel auswählen, die sie für die Vermittlung des Stoffs als passend empfinden. Damit ein Buch in eine solche Liste aufgenommen werden kann, muss es zuerst offiziell zugelassen werden. Diese Zulassung geschieht durch das Approbationsverfahren, welches noch in Kapitel 3.5 näher beschrieben wird. Hat es ein Werk in die Liste geschafft, so kann es dort zehn Jahre ohne wesentliche Veränderungen (außer beispielsweise durch Datenaktualisierungen) verweilen. (Kühberger und Mittnik, 2015)

Zurzeit stellt sich die Situation so dar, dass sich sowohl die Lehrpläne als auch die Durchfüh-

rung der standardisierten Reifeprüfung in den AHS in einem Wandel befinden. Die Lehrpläne werden beginnend von der Primarstufe aktualisiert (BMBWF, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2022b) und die Zentralmatura in Mathematik in den AHS soll ab dem Schuljahr 2027/28 in einem im Vergleich zur aktuellen Matura veränderten Modus durchgeführt werden. (BMBWF, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2022e) Daher bleibt zu hinterfragen, ob aktuell die Beibehaltung der Inhalte in einem Schulbuch über einen längeren Zeitraum ratsam ist.

3.2 Lehrplan und Schulbücher

Jedes Schulbuch, welches in Österreich zugelassen wird, muss laut §14 des Schulunterrichtsgesetzes dem Lehrplan des jeweiligen Faches entsprechen. Weiters muss das Kriterium der Kompetenzorientierung, angepasst auf die jeweilige Schulart, erfüllt sein. (RIS, 2022d) Der Lehrplan ist in Mathematik in der Sekundarstufe I sowohl für Mittelschulen als auch Gymnasien ident. In der Sekundarstufe II gehen die Lehrpläne, je nach Schultyp, mehr oder weniger in die Tiefe, was sich momentan auch an den unterschiedlichen Maturen zeigt. Dazu kommt die sogenannte „SOST“ (Semestrierte Oberstufe) in den AHS, bei der die Kompetenzen nicht mehr einem Schuljahr, sondern einzelnen Semestern zugeordnet werden. (RIS, 2022c)

Wie bereits in Kapitel 3.1 erwähnt, werden Lehrpläne von Zeit zu Zeit überarbeitet, weswegen auch die Lehrwerke entsprechend angepasst werden müssen. Diese Anpassung kann durch eine fehlende rechtzeitige Ankündigung zur Änderung des Lehrplans problematisch werden, da möglicherweise nicht genügend Zeit für eine Überarbeitung seitens der Autor:innen (siehe Kapitel 3.4) bleibt. Ein Beispiel: Als im Sommer 2014 ein neuer Lehrplan für die HAK (Handelsakademie) beschlossen wurde, trat dieser bereits im Schuljahr 2014/15 in Kraft. Zwar gibt es bereits im Vorfeld Entwürfe für neue Lehrpläne, auf die auch Verlage Zugriff haben, doch die Zulassung neuer Schulbücher kann nur auf der Grundlage eines Lehrplans erfolgen, welcher aktuell gültig ist. Da es sich bei dieser jedoch um einen eher langwierigen Prozess handelt (siehe Kapitel 3.3), ist es oft unmöglich, schnell genug reagieren zu können. Diese Situation wird von Lehrkräften häufig kritisiert, weswegen man hier in Zukunft auf eine bessere Kommunikation innerhalb des Bildungsapparats hoffen darf. (Kühberger und

3.2.1 Lehrplan versus Grundkompetenzenkatalog

An dieser Stelle folgt ein Einschub, welcher sich mit dem Grundkompetenzenkatalog für die standardisierte Reifeprüfung im Fach Mathematik in den AHS im Vergleich zum Lehrplan beschäftigt. Dieser Abschnitt wird noch in anderen Kapiteln dieser Arbeit von Bedeutung sein und dient daher als Vorbereitung für ebendiese.

Seit der Einführung der Zentralmatura in Österreich ist der sogenannte „Grundkompetenzenkatalog“ in aller Munde. (BMBWF, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2022a) Er beschränkt sich auf einen grundlegenden Kernbereich, welcher bei der Reifeprüfung beherrscht werden soll. Darüber hinaus wurde im Jahr 2016 ein erweiterter Grundkompetenzenkatalog entwickelt, in dem auch jene Kompetenzen aufscheinen, die irrelevant für die Matura sind. (BMB, Bundesministerium für Bildung, Lehrplangruppe Mathematik AHS Oberstufe, 2016) Im Anhang (siehe Tabellen 7.1, 7.2, 7.3 und 7.4) werden sämtliche Grundkompetenzen mit den Inhaltsbereichen im aktuellen Lehrplan verglichen. Auffällig bei diesem Vergleich ist, dass es Inhalte im Lehrplan gibt, welche auch durch den erweiterten Grundkompetenzenkatalog nicht abgedeckt werden. Dabei handelt es sich um folgende (*kursive Inhalte* sind nur für Schulformen mit mindestens vier Wochenstunden relevant):

- Zahlen, Beträge von Zahlen und Intervalle auf einer Zahlengeraden darstellen können
- Zehnerpotenzen zum Erfassen von sehr kleinen und sehr großen Zahlen in anwendungsorientierten Bereichen einsetzen können; Rechenregeln für Zehnerpotenzen kennen
- mit Näherungswerten sinnvoll umgehen können
- *mit Primzahlen und Teilern arbeiten können; Teilbarkeitsfragen untersuchen können*
- einige weitere nichtlineare Funktionen beschreiben und untersuchen können, z.B.
 $f(x) = \frac{a}{x}, f(x) = \frac{a}{x^2}$, abschnittsweise definierte Funktionen
- Gleichungen der Form $\sin(\alpha) = c$ und $\cos(\alpha) = c$ nach α lösen können

- Abstände ermitteln können (Punkt-Punkt, Punkt-Gerade)
- Verkettungen von Funktionen kennen; Umkehrfunktionen kennen
- *den Satz von Bayes kennen und anwenden können*
- einfache Polynomgleichungen vom Grad ≤ 4 im Bereich der reellen Zahlen lösen können (sofern sie in der Differentialrechnung verwendet werden)
- die gegenseitige Lage von Kegelschnitt und Gerade bestimmen und allenfalls vorhandene Schnittpunkte berechnen können; eine Gleichung der Tangente in einem Punkt eines Kegelschnitts ermitteln können
- ebene Kurven (allenfalls auch Kurven im Raum) durch Parameterdarstellungen beschreiben können
- den Begriff Stetigkeit kennen und erläutern können
- *den Begriff Differenzierbarkeit sowie den Zusammenhang zwischen Differenzierbarkeit und Stetigkeit kennen*
- *komplexe Zahlen in Polarform kennen*
- die Hauptsätze (bzw. den Hauptsatz) der Differential- und Integralrechnung kennen; den Zusammenhang zwischen Differenzieren und Integrieren erläutern können
- die Begriffe „stetige Zufallsvariable“ und „stetige Verteilung“ kennen
- diskrete Veränderungen von Größen durch Differenzengleichungen beschreiben und diese im Kontext deuten können

Dies wirft einige Fragen auf. Zum einen ist nicht klar, wie diese Punkte im Bezug auf die Matura einzuordnen sind. Laut Grundkompetenzenkatalog sollten sich diese Inhalte nicht in der Matura wiederfinden, was aber im Widerspruch zum folgenden Gegenbeispiel steht: Der Inhalt „Gleichungen der Form $\sin(\alpha) = c$ und $\cos(\alpha) = c$ nach α lösen können“ wurde bereits bei der standardisierten Reifeprüfung abgefragt (siehe Abb. 3.1).

Aufgabe 6

Winkel bestimmen

Für einen Winkel $\alpha \in [0^\circ; 360^\circ)$ gilt:

$$\sin(\alpha) = 0,4 \text{ und } \cos(\alpha) < 0$$

Aufgabenstellung:

Berechnen Sie den Winkel α !

Abbildung 3.1: Aufgabe aus der standardisierten Reifeprüfung in Mathematik, AHS (20.9.2016)

Zum anderen stellt sich die Frage, warum eine Erweiterung des Grundkompetenzenkataloges nötig ist, wenn dadurch erneut nicht der gesamte Lehrplan abgedeckt wird. Neben dem lückenhaften erweiterten Grundkompetenzenkatalog wird in der Grundkompetenz AG-L 2.6 explizit auf den Satz von Vieta hingewiesen, welcher aber mit keinem Wort im Lehrplan erwähnt wird. Darüber hinaus konnte im Zeitraum der Erstellung dieser Arbeit keine offizielle Aktualisierung im Bezug auf Anpassungen an die Zentralmatura ab dem Haupttermin 2022 (in der Tabelle im Anhang berücksichtigt) gefunden werden. Ein weiteres Manko besteht darin, dass es drei Listen (Lehrplan, Grundkompetenzenkatalog, erweiterter Grundkompetenzenkatalog) gibt, von denen keine der anderen gleicht. Im Fall der beiden Grundkompetenzenkataloge ist diese Ungleichheit auch gewollt, doch bezogen auf den Lehrplan gibt es nach wie vor inhaltliche Ausreißer (siehe obige Aufzählung). Ausgehend von diesen Punkten wäre eine Aktualisierung des erweiterten Grundkompetenzenkatalogs im Hinblick auf die Anpassung an den Lehrplan wünschenswert, um sowohl für Lernende als auch für Lehrende Klarheit zu schaffen.

3.3 Planungsphase

Um ein Schulbuch produzieren zu können, benötigt es einen Zeitplan. In der Regel wird ein solcher von den Verlagen nach Faktoren wie der aktuellen Marktsituation oder nach Vorhandensein budgetärer Mittel erstellt. Da es Stichtage für die Einreichung neuer Werke gibt, ist

dieser Zeitplan für alle am Projekt beteiligten Personen bindend. Die Fristen ergeben sich meist aus den Einreichterminen, welche vom Ministerium vorgegeben werden und an denen sich die jeweils aktuellen Listen für die Schulbuchaktion orientieren. Einer dieser Einreichtermine, der eine zentrale Rolle spielt, ist der 15. Oktober. Dieser Tag stellt den letztmöglichen Termin dar, zu dem Bücher eingereicht werden können, um anschließend dem Approbationsverfahren unterzogen zu werden. Damit für diese Werke schließlich auch die Möglichkeit des Bezugs über die Schulbuchaktion besteht, dauert es zwei Jahre. Diese Frist kann beispielsweise nur beim Erscheinen neuer Lehrpläne um rund ein halbes Jahr verkürzt und auf den 1. Mai als „Sondertermin“ gelegt werden. (Kühberger und Mittnik, 2015, 180)

Um auf das Beispiel aus Kapitel 3.2 Bezug zu nehmen: Der damals neue Lehrplan für die HAK wurde im Sommer 2014 beschlossen. Selbst wenn aufgrund eines noch nicht offiziell abgesegneten Lehrplans bereits Entwürfe für neue Schulbücher vorhanden waren, konnten diese erst am 15. Oktober 2014 eingereicht werden. Die auf den Lehrplan angepassten Bücher konnten dann erst über die Schulbuchaktion für das Schuljahr 2016/17 bezogen werden. Falls dennoch bereits Bücher am 1. Mai 2014 eingereicht wurden, war der frühestmögliche Zeitraum für den Bezug derselben das Schuljahr 2015/16, also immer noch ein Jahr nach Inkrafttreten des neuen Lehrplans.

Dadurch ist mit der Verkürzung des Zeitraumes zwischen Einreichung und Erscheinen von zwei auf eineinhalb Jahre zwar etwas Flexibilität gegeben, welche das Optimum des gleichzeitigen Erscheinens von Lehrplan und Schulbuch dennoch nicht erreichen kann.

Damit überhaupt ein Manuskript eingereicht werden kann, werden Autor:innen benötigt, welche meist für einen Verlag tätig sind.

3.4 Autor:innen

Bei den Autor:innen handelt es sich in der Regel um Lehrkräfte, welche sich mit ihrer bereits gesammelten Erfahrung an der Erstellung eines Manuskripts beteiligen. Doch hier stellt sich die Frage, ob es schon ausreichend ist, Expertise im Unterrichten zu haben und ob somit jede Lehrkraft automatisch qualifiziert als Autor:in ist. Diese Frage kann mit einem eindeutigen

Nein beantwortet werden. Zu den Anforderungen, welche für die Erstellung eines Schulbuchs benötigt werden, gehört neben einem fundierten Grundwissen über den eigenen Fachbereich zum Beispiel auch noch methodisch-didaktisches Fingerspitzengefühl und ein Blick für die Umsetzbarkeit der eigenen Ideen. (Kühberger und Mittnik, 2015, 181)

Fasst man die Entscheidung, als Autor:in tätig zu werden, so geht man meist das Risiko ein, dass die Arbeit, welche einen nicht unwesentlichen Teil der eigenen Freizeit einnimmt, möglicherweise nicht oder nur in geringem Ausmaß belohnt wird. Zum einen ist nicht gesichert, dass das Schulbuch Erfolg haben wird. Zum anderen hängt die Entlohnung meist von der Anzahl der verkauften Werke ab. Die Motivation für einen solchen Beitrag zum Bildungswesen sollte also nicht bzw. nicht ausschließlich finanzieller Natur sein.

Hat man trotzdem den Entschluss gefasst, dieser Tätigkeit nachzugehen, so müssen gewisse Vorgaben in einem bestimmten Setting erfüllt werden. Dazu zählen die folgenden:

- Umsetzung des Lehrplans bzw. der Bildungsstandards
- Berücksichtigung didaktischer Wege
- Unterbringung des Stoffs auf einer vorgegebenen Seitenanzahl: Bei der Präsentation wissenschaftlicher Erkenntnisse ist für gewöhnlich genug Platz, um diese einem Fachpublikum ausreichend präsentieren zu können. In einem Schulbuch hat man aber möglicherweise nur wenige Seiten zur Verfügung und muss sich auf das Wesentliche konzentrieren.
- Arbeit in einem vorgegebenen Layout
- Anpassung des Sprachniveaus an die jeweilige Zielgruppe
- Einhaltung vorgegebener Fristen (siehe Kapitel 3.3)
- möglicherweise Arbeit im Team

Diese Aufgaben müssen im Durchschnitt in einem Jahr erledigt werden. Wie bereits erwähnt, müssen Inhalte zum Teil auf ein Minimum reduziert werden, um nicht den Rahmen zu sprengen und dennoch eine adäquate Vermittlung des Stoffs gewährleisten zu können. Hält man

sich also an bereits gewohnte und erprobte Strukturen oder möchte man diese – gerade in einer Zeit des Wandels in der Mathematikdidaktik – bewusst aufbrechen? Mit diesen Fragen müssen sich die Autor:innen auseinandersetzen. Ist die Auswahl der Inhalte abgeschlossen, gilt es, diese sprachlich an die entsprechende Adressatengruppe anzupassen. Dabei ist ein gewisses Maß an Feingefühl gefragt, da ein:e angehende:r Maturant:in andere sprachliche und kognitive Voraussetzungen hat als ein:e Erstklässler:in. Darüber hinaus sollte die Fähigkeit mitgebracht werden, die Formulierung der Texte so zu wählen, dass der Wortschatz der Lernenden entsprechend ausgeschöpft und erweitert wird. Hier gilt es, sich in die jeweilige Altersgruppe sowie den sozioökonomischen Hintergrund hineinzusetzen und die Welt mit den Augen der Schüler:innen sehen zu können. Dennoch darf – speziell im Mathematikunterricht – die Fachsprache nicht vernachlässigt werden, weswegen hier möglichst geschickt eine Brücke zwischen dieser und der Standardsprache geschlagen werden soll. (Kühberger und Mitnik, 2015, 182)

Sobald die erste Version des Manuskripts erstellt wurde, wird diese im Verlag lektoriert. Es werden Verbesserungsvorschläge im Austausch mit den Autor:innen gemacht und im Endeffekt kann es passieren, dass das Manuskript noch einmal in großen Teilen überarbeitet/ergänzt werden muss. Ist dieser Schritt geschafft, beginnt der eigentliche Approbationsprozess, der die letzte Hürde vor der Veröffentlichung darstellt.

3.5 Approbationsverfahren

Wurde das Manuskript nach dem Lektorat überarbeitet, kann es vom Verlag zur Approbation eingereicht werden. Hierzu erstellt eine Kommission, bestehend aus drei bis fünf Mitgliedern, in einem Zeitraum von maximal vier Monaten ein Gutachten. In diesem wird der Inhalt des Manuskripts hinsichtlich folgender Kriterien untersucht:

- Übereinstimmung mit dem Lehrplan
- Selbsttätigkeit der Schüler:innen
- Anpassung des Schwierigkeitsgrades an das Auffassungsvermögen

- sachliche Richtigkeit des Inhalts
- Berücksichtigung der Lebenswelt der Schüler:innen
- staatsbürgerliche Erziehung und Vermittlung demokratischer Einstellungen
- gute Lesbarkeit
- Zweckmäßigkeit des verwendeten Materials
- Gleichbehandlung von Männern und Frauen (RIS, 2022b)

Ausgehend von Einzelgutachten der Kommissionsmitglieder wird nun ein Gesamtgutachten erstellt, welches dem Verlag übermittelt wird. Zusätzlich zu dem Gutachten muss eine der Beurteilungen „in der vorliegenden Fassung geeignet“, „unter der Auflage von Änderungen geeignet“ oder „nicht geeignet“ enthalten. Im Falle der letzten beiden Beurteilungen bedeutet dies für die Autor:innen eine erneute Überarbeitung ihres Werks. Falls die Ansichten zwischen Ersteller:innen und Gutachter:innen deutlich auseinandergehen, ist es auch möglich, die eigenen Standpunkte durch eine Begründung klarzumachen. (Kühberger und Mittnik, 2015, 183)

Nach (möglicherweise) mehrerer solcher Durchläufe zwischen Überarbeitung, Einreichung und Gutachten und einer Dauer von manchmal sogar einem Jahr sollte schließlich das Prädikat „in der vorliegenden Fassung geeignet“ dem Buch attestieren, auch als Schulbuch verwendet werden zu dürfen.

Parallel zur Arbeit der Gutachterkommission gilt es für den Verlag, das Manuskript so in ein davor definiertes Layout zu bringen, dass auch alles Platz hat, die Rechtschreibung korrekt ist und die abgebildeten Grafiken verwendet werden dürfen. Zum Thema des vorhandenen Platzes kann gesagt werden, dass auch hier wieder die Autor:innen gefragt sind, welche schließlich entscheiden müssen, welche Inhalte bleiben dürfen und welche wieder verworfen werden sollten. Ein weiteres Problem können die Grafiken darstellen, die von den Autor:innen gewünscht werden. Auch wenn in einem Mathematikbuch Darstellungen wie Diagramme, Funktionen usw. relativ einfach selbst erstellt werden können, gibt es Fächer, in denen Bilder genutzt werden sollen, welche womöglich urheberrechtlich geschützt sind. Um also eine Gesetzesverletzung zu vermeiden, benötigt der Verlag von jedem einzelnen Bild

eine Genehmigung, um es auch wirklich abdrucken zu dürfen. Erst dann ist der Weg für die fertige Produktion frei und das Schulbuch darf auch als solches bezeichnet werden. Handelt es sich um eine Buchreihe, so wurden die Autor:innen in der Regel bereits mit der Arbeit am Folgeband beauftragt. (Kühberger und Mittnik, 2015, 184 f.)

4 Evaluation von Schulbüchern

Da im letzten Kapitel der Entstehungsprozess von Schulbüchern erläutert wurde, widmet sich dieses Kapitel der Evaluation selbiger. Als Lehrkraft befindet man sich in der Situation, eine möglicherweise große Auswahl an potenziellen Werken vorzufinden, welche sich durch Design, inhaltliche Gewichtung etc. mitunter stark voneinander unterscheiden. Für das Schuljahr 2022/23 sind alleine in Mathematik in der AHS-Oberstufe pro Schulstufe jeweils sieben bis acht unterschiedliche Schulbücher aufgelistet, welche teilweise durch Begleitmaterialien wie Technologietraining, Arbeitshefte oder Grundkompetenztraining ergänzt werden. (BMBWF, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung, 2022d) Entscheidet man sich dafür, eines dieser Werke im Unterricht zu verwenden, so gilt es, jenes auszuwählen, welches man selbst als „gut“ erachtet. Dadurch stellt sich allerdings die Frage, wann einem Werk die Eigenschaft „gut“ attestiert werden kann bzw. nach welchen Kriterien Schulbuch A „besser“ als Schulbuch B ist.

4.1 Schulbuchraster

Um Schulbücher objektiv miteinander vergleichen zu können, benötigt man ein entsprechendes Werkzeug dafür. An dieser Stelle kommen Schulbuchraster ins Spiel. Durch das Aufzeigen der „Methodenprobleme der Schulbuchanalyse“ zeigen Laubig, Peters und Weinbrenner (1986), dass bereits bestehende „Checklists“ weniger wissenschaftlich als eher auf Meinungen aufgebaut sind. Um diese Lücke schließen zu können, entwickelten diese Autor:innen daraufhin den „Bielefelder Raster“. (Bamberger, 1998) Im selben Jahr erschien der „Reutlinger Raster“. (Rauch, 1988) Darauf aufbauend entstand im Jahr 1998 der „Salzburger Raster“, welcher sich als Ziel gesetzt hat, die wichtigsten Kriterien aus dem Bielefelder und dem Reut-

linger Raster kompakt zu vereinen. (Astleitner et al., 1998) Im Laufe der Zeit wurden weitere Checklists (Bölsterli et al., 2015, 5) herausgegeben, doch die eben angesprochenen Raster wurden immer wieder als Grundlage verwendet. Seit dem Jahr 2009 gibt es für die Schweizer Kantone das Online-Tool „levanto“, welches laufend verbessert wird und von dem aktuell die Version 3.0 auf dem Markt ist. (Interkantonale Lehrmittelzentrale, 2022) Im Jahr 2015 entstand zudem der „kompetenzorientierte Schulbuchraster“ (kurz: KOS), dessen Fokus auf naturwissenschaftlichen Fächern liegt. (Bölsterli et al., 2015) Nachfolgend werden die eben erwähnten Raster im Detail erläutert.

4.1.1 Bielefelder Raster

Wie bereits erwähnt, haben sich die Autor:innen des Bielefelder Rasters als Ziel gesetzt, ein wissenschaftlich fundiertes Werkzeug zum Vergleich von Schulbüchern zu erstellen. Es knüpft an die Erziehungswissenschaft, die Didaktik und die Fachwissenschaften (Wirtschaft, Politik und Sozialwissenschaft) an. Darüber hinaus werden Wahrnehmungs- und Gestaltpsychologie sowie kommunikative Ästhetik und das Design miteinbezogen. Methodisch bildet die Inhaltsanalyse die Basis, doch es werden beispielsweise auch die Raumanalyse (Wie viel Raum nimmt ein Thema ein?), die Frequenzanalyse (Wie häufig treten bestimmte Merkmale auf?) und die Kontingenzanalyse (Wie groß ist der Zusammenhang bestimmter Merkmale mit anderen Begriffen?) miteinbezogen. (Bamberger, 1998, 62 ff.)

Der Bielefelder Raster wird in fünf „Dimensionen“ gegliedert, welche sich wiederum in mehrere Kategorien unterteilen lassen, wie nachfolgend zu sehen ist:

- **Metatheorie:** erkenntnisleitende Interessen, Aussagenanalyse, Begriffsbildung, Werturteile, Ideologiebildung
- **Schulbuchdesign:** äußeres Design, Typografie, Farbe, Grafik
- **Fachwissenschaft:** sachliche Richtigkeit, aktueller wissenschaftlicher Diskussionsstand und Paradigmenwechsel, Kontroversität, Methoden

- **Fachdidaktik:** fachdidaktischer Ansatz, Lernzielorientierung, Strukturierung und Sequenzierung, Reduktion und Transformation, Problemorientierung
- **Erziehungswissenschaft:** erziehungswissenschaftliches Paradigma, Schulbuchtyp, didaktische Funktion des Schulbuches, methodische Funktion des Schulbuches, Textarten, -struktur und -verständlichkeit, Interaktions und Kommunikationsformen (Bamberger, 1998, 60)

In jeder Kategorie finden sich sogenannte „Items“, also zu beantwortende Fragen. Diese besitzen entweder eine Likert-Skala von 1–3 bzw. 1–5 oder sind ja/nein-Fragen (1 ... nie / gar nicht / ..., 3 bzw. 5 ... immer / außerordentlich stark / ...; nein ... 1, ja ... 2). Zudem sind die Fragen so gestellt, dass der Spielraum für die Beantwortung minimiert wird und somit deutlich wird, welche Eigenschaft man genau zu beurteilen hat. Pro Kategorie finden sich jeweils 10 bis 30 Items, wodurch die Gesamtanzahl der zu beantwortenden Fragen rund 480 beträgt, aus denen man die Summe der Einzelratings bildet. Die große Anzahl an Items stellt auf der einen Seite einen Vorteil dar, da durch diese ein breites inhaltliches Spektrum abgedeckt werden kann. Zum anderen kann diese Fülle an Fragen für Lehrkräfte auch überfordernd sein, sodass ein Vergleich von Schulbüchern nach diesem Raster nicht durchgeführt wird. (Bamberger, 1998)

4.1.2 Reutlinger Raster

Ebenso wie beim Bielefelder Raster wurde bei der Erstellung des Reutlinger Rasters Acht auf wissenschaftliches Arbeiten gelegt. Dies zeigt sich in diesem Fall an den Merkmalen der Reliabilität, Objektivität und Validität, weswegen der Raster immer wieder überarbeitet wurde, um diesen wissenschaftlichen Gütekriterien entsprechen zu können. Der Reutlinger Raster besteht aus vier Teilrastern: allgemeiner Teil, Lehrerband, Schülerband und Arbeitsmappe. Innerhalb dieser Teilraster gibt es jeweils eine Gliederung in drei bis neun der folgenden Kategorien:

- bibliographische Angaben
- Ziele und Inhalte

- Lehrverfahren
- Adressaten
- Gestaltung
- Text
- Aufgaben
- Bild
- Bild/Text (Rauch, 1988, 2)

Diese neun Kategorien sind zum einen aus bereits bestehenden Beurteilungsrastern heraus entstanden, zum anderen wollte man jeder Kategorie ein ungefähr gleiches Gewicht geben. Die Anwendung des Rasters auf ein Schulbuch funktioniert nach dem folgenden Prinzip: Zu jeder Kategorie gibt es Merkmale, von denen angegeben werden kann, in welcher Ausprägung (0 ... Merkmal nicht vorhanden, 1 ... geringe Ausprägung, 4 ... hervorragende Ausprägung) diese vorhanden sind. Zum Teil bestehen diese Merkmale wie auch schon beim Bielefelder Raster aus ja/nein-Fragen, wobei bei einem Ja meist 4 Punkte und bei einem Nein 0 Punkte vergeben werden. Bei manchen Merkmalen wurde von den Autor:innen eine Gewichtung um die Faktoren 2 oder 3 vorgenommen, wodurch die mögliche Punkteanzahl bei diesen Items auf 8 bzw. 12 ansteigt. Diese Gewichtung wird mit Erkenntnissen aus dem Austausch innerhalb der Projektgruppe für die Erstellung des Rasters begründet. Eine Anmerkung verweist darauf, dass auch eine individuelle Gewichtung durch den Benutzer selbst vorgenommen werden kann, ohne weiter darauf einzugehen, unter welchen Voraussetzungen bzw. auf welche Art diese Gewichtung vorgenommen werden darf. Für einen Vergleich von Schulbüchern wird, wie schon in Kapitel 4.1.1, die Summe aller Punkte der insgesamt rund 250 Items herangezogen, wobei hier bereits eine Tabelle zur Aufschlüsselung der einzelnen Teilraster bzw. Kategorien für einen differenzierteren Vergleich zur Verfügung steht. Sollten die rund 250 Items für den persönlichen Gebrauch immer noch zu umfangreich sein, gibt es die Möglichkeit, nur ausgewählte Items zu bearbeiten, welche markiert sind und das Minimum für eine Kurzanalyse darstellen. (Rauch, 1988)

4.1.3 Salzburger Raster

Die Autoren des Salzburger Rasters haben sich bei der Erstellung ebendieses mehrerer Quellen bedient, unter anderem bei jener des Reutlinger Rasters. Anders als dieses ist es in 11 Kategorien aufgebaut, von denen zwei beschreibend (*) und die restlichen 9 bewertend sind:

- Allgemeines zum Lehrwerk (*)
- Ausstattung des Lehrwerks
- Handhabbarkeit des Lehrwerks
- Ziele
- inhaltliche Qualität
- sprachliche Gestaltung
- methodische Gestaltung
- Funktion für die Planung und Durchführung des Unterrichts
- Bilder / Grafiken / Tabellen
- Umgang mit dem politischen Gehalt
- Informationen über Autoren/-innen sowie Entstehungsbedingungen des Lehrwerks (Motivenbericht) (*) (Astleitner et al., 1998, 38)

Die bewertenden Kategorien haben jeweils eine fünfstufige Beurteilungsskala (– –, –, o, +, ++). Für jede der Beurteilungen werden entsprechend Punkte von 1 bis 5 vergeben, wodurch insgesamt 9 – 45 Punkte erreicht werden können. Da die Kategorien sich in ihrer Anzahl an Items erheblich unterscheiden, bekommen diese eine unterschiedliche Gewichtung. Darauf wird bei der Einführung des Rasters allerdings nicht eingegangen. Darüber hinaus wird darauf hingewiesen, dass – trotz Objektivierung des Beurteilungsinstruments – von einer Anwendung ohne Maßnahmen, welche über eine Rater-Schulung hinausgehen, abgeraten wird. Es wird nicht weiter ausgeführt, um welche Maßnahmen es sich dabei handeln könnte. (Astleitner et al., 1998, 37)

Um einen Einblick in den Vergleich von Lehrwerken zu geben, haben die Ersteller des Salzburger Rasters exemplarisch mehrere österreichische Schulbücher einer Bewertung unterzogen. Dabei war auffällig, dass die erreichten Punktezahlen bei einem Mittelwert von 27 im Bereich von 20 bis 33 Punkten lagen. Die Autoren kritisieren in weiterer Folge, dass sämtliche Bücher approbiert wurden und sich auch durch die jahrelang guten Verkaufszahlen bewährt hätten. Daher kommt eine teils sehr schlechte Bewertung überraschend, wodurch das Approbationsverfahren hinterfragt werden darf. (Astleitner et al., 1998, 66)

4.1.4 levanto 3.0

Dieses jüngere Instrument zur Bewertung und dem Vergleich von Schulbüchern existiert seit 2009. Das webbasierte Tool wurde von der „ilz“ (Interkantonale Lehrmittelzentrale) in der Schweiz entwickelt und steht primär den Lehrmittelverantwortlichen der einzelnen Kantone zur Verfügung. Im Laufe der Jahre wurde es mehrmals adaptiert und verbessert, zuletzt im Jahr 2020 unter der Mitarbeit eines Teams der Pädagogischen Hochschule Zürich. Dieser Prozess umfasste Literaturrecherche zu Qualitätskriterien von Lehrmitteln, eine Metaanalyse bisheriger Evaluationen von „levanto“, eine Fokusgruppe mit Lehrmittelexpert:innen und -autor:innen zu den fachbereichsübergreifenden Kriterien und mehrere Fokusgruppen mit Lehrmittelexpert:innen und -autor:innen zu den fachspezifischen Kriterien.

Inhaltlich umfasst der Beurteilungskatalog fachbereichsübergreifende Beurteilungskriterien, bestehend aus den folgenden (Unter-)Bereichen:

- **pädagogisch-didaktischer Bereich** (26 Items): Lehrplankongruenz, Lernprozess, Zielgruppenorientierung, Individualisierung und Differenzierung, Beurteilung
- **thematisch-inhaltlicher Bereich** (15 Items): Diversität, Inhalt
- **formal-gestalterischer Bereich** (15 Items): Übersicht, Aspekte formaler Gestaltung, Aspekte digitaler Gestaltung
- **übergeordnete Kriterien** (5 Items) (Interkantonale Lehrmittelzentrale, 2022)

Weiters hat man eine Auswahl aus 17 verschiedenen Unterrichtsfächern, welche zu den fachspezifischen Beurteilungskriterien zählen. Für das Fach Mathematik gibt es hier zusätzlich

12 Items. Jede der Fragen lässt sich anhand einer vierstufigen Likertskala (1 ... trifft nicht zu, 2 ... trifft eher nicht zu, 3 ... trifft eher zu, 4 ... trifft zu) beantworten, wobei für jedes einzelne Item eine individuelle Gewichtung (1 ... nicht wichtig, 2 ... eher nicht wichtig, 3 ... eher wichtig, 4 ... wichtig) vorgenommen werden kann.

Die Idee hinter „levanto“ ist eine Zusammenarbeit vieler Lehrpersonen aus dem ganzen Land. Durch diese werden große Mengen an Daten gesammelt, was zu einer größeren Aussagekraft in der Evaluation von Schulbüchern führt. Hier sticht „levanto“ im Vergleich zu den bisherigen Beurteilungsrastern heraus, da bei der Zusammenarbeit mehrerer Lehrender auch eine entsprechende grafische Darstellung mitgeliefert wird, wie an der folgenden Abbildung zu sehen ist. (Interkantonale Lehrmittelzentrale, 2022)

Englisch Zyklus 2

English for Beginners

2 Teilnehmende



Pädagogisch-Didaktischer Bereich

Nr	Statement	Frage	Gewichtung	1	2	3	4	TN
1	Kompetenzbeschreibungen	Dem Lehrmittel liegt die Kompetenzorientierung gemäss dem Lehrplan zugrunde.	3					2
2	Ausrichtung des Fachbereichs	Das Lehrmittel orientiert sich an den Kompetenzbereichen des Fachbereichs.	1					2
3	Ausrichtung des Fachbereichs	Im Lehrmittel wird sichtbar, welche Kompetenzbereiche des jeweiligen Fachbereichs im Zentrum stehen.	4					2
4	Bezüge zu Modulen	Das Lehrmittel stellt Bezüge zum Modul Medien und Informatik her.	2					2

(Evaluation mit zwei Teilnehmenden, Durchschnittswert, Minima, Maxima und Gewichtung)

Abbildung 4.1: Ausschnitt aus einer Auswertungsgrafik

Durch die Visualisierung werden nicht nur die Durchschnittswerte, sondern auch die Spannweiten grafisch dargestellt, wodurch es zu einer einfacheren Lesbarkeit der Ergebnisse – speziell bei der Arbeit im Team – kommt.

4.1.5 Kompetenzorientierter Schulbuchraster (KOS)

In ihrem Artikel sprechen sich Bölsterli et al. (2014) ganz deutlich für die Verwendung von Schulbüchern aus. Sie gehören zu den wichtigsten Unterstützungsmitteln für Lehrpersonen. Neben anderen Aspekten wird hierbei die Relevanz für den Mathematikunterricht hervorgehoben. In weiterer Folge werden bereits bekannte und bewährte Schulbuchraster unter die Lupe genommen, unter anderem all jene, welche auch bereits in dieser Arbeit erwähnt wurden. Allerdings ist die Anzahl an Rastern für naturwissenschaftliche Schulbücher gering, weswegen die Autor:innen genau in diesem Gebiet Nachforschungen anstellten. Ziel war es, ein empirisch erstelltes Bewertungsinstrument in diesem Bereich zu erzeugen. Weiters wurde in den Jahren 2010 – 2014 im Zuge einer Lehrplanänderung ein größeres Gewicht auf Kompetenzorientierung gelegt, wodurch auch diese ein zentrales Thema des Artikels ist. Es wird der Frage nachgegangen, welche Standards ein kompetenzorientiertes Schulbuch aufweisen muss und welche dieser Standards durch einen Schulbuchraster erfasst werden sollen. In dem Raster wird zwar der Fokus eher auf naturwissenschaftliche Fächer gelegt, es wird aber betont, dass er mit gewissen Adaptionen auch auf andere Fächer angewendet werden kann. Nicht zuletzt deswegen wird auch dieser Raster in der vorliegenden Arbeit behandelt. In einem mehrstufigen Prozess wurden unter Einbeziehung erfahrener Lehrpersonen, Verlagsmitarbeitenden, Didaktiker:innen etc. Schulbuchstandards generiert. Diese gliedern sich in individuell und empirisch gewichtete Standards, welche sich in insgesamt neun Hauptkategorien aufsplitten lassen:

- **individuell gewichtete Standards:** Passung auf eigene Institution, Alltags-tauglichkeit
- **empirisch gewichtete Standards:** Schülermaterialien, Lehrpersonenmaterialien, Themenbereiche, Handlungsaspekte, Aufträge, Experimente und Klassenheterogenität (Bölsterli et al., 2015, 9)

Während die empirisch gewichteten Standards bereits im Erstellungsprozess des Rasters festgelegt wurden, kann den individuell gewichteten Standards jeweils eine Gewichtung von 1 bis 5 gegeben werden. Die Items werden über eine fünfstufige Likertskala (1 ... trifft gar

nicht zu, 5 ... trifft völlig zu) bewertet. Wie auch schon in Abschnitt 4.1.4 gibt es eine grafische Auswertung in Form eines Spinnendiagramms (siehe Abb. 4.2) zur groben Übersicht sowie von Säulendiagrammen (siehe Abb. 4.3), in denen die verschiedenen Bücher anhand der einzelnen Items miteinander verglichen werden. (Bölsterli et al., 2015, 10 f.)

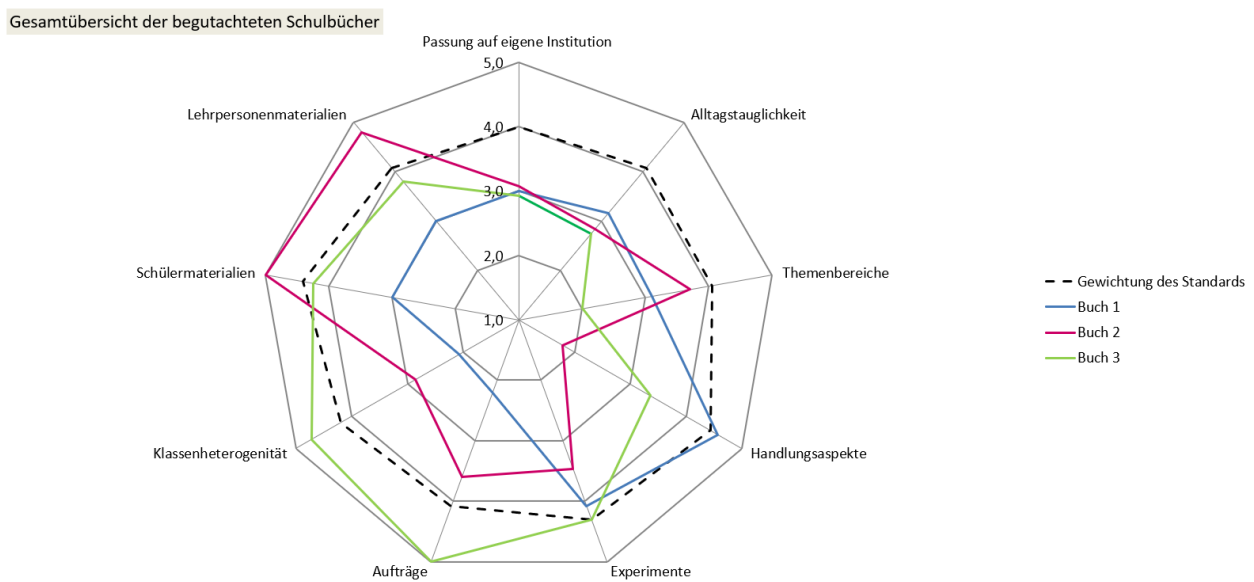


Abbildung 4.2: Musterbeispiel eines Spinnendiagramms (KOS)

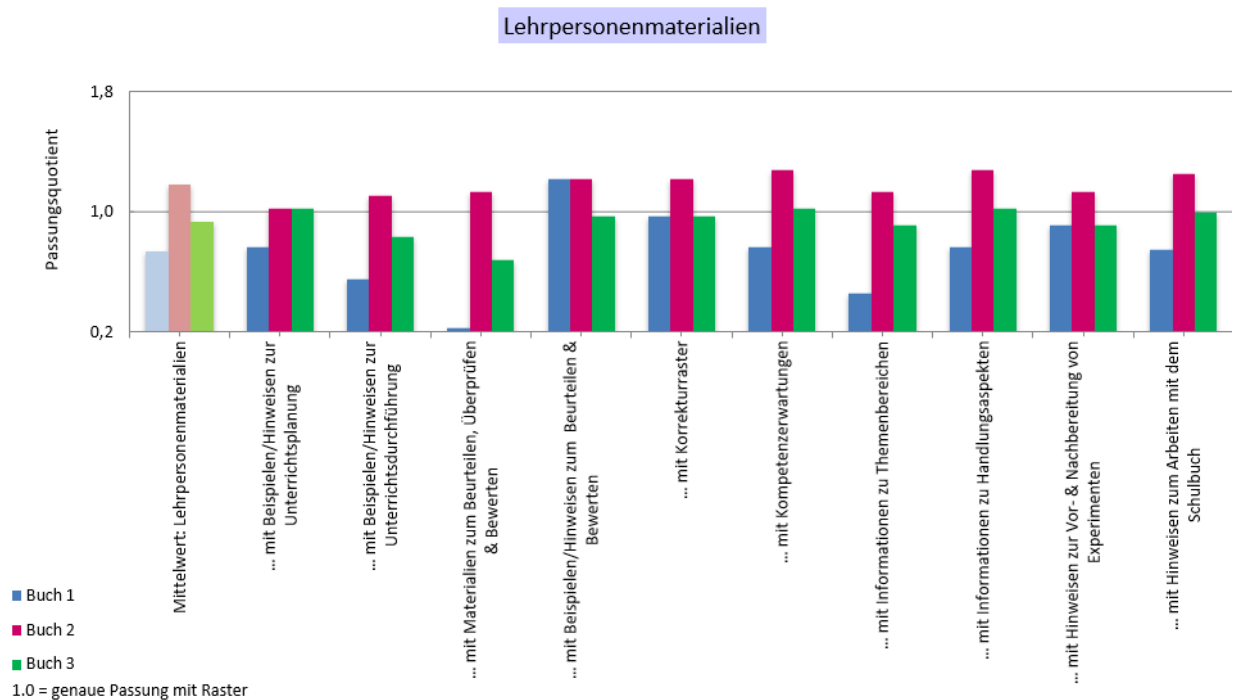


Abbildung 4.3: Musterbeispiel eines Säulendiagramms (KOS)

Neben den grafischen Auswertungen ist ein weiterer Vorteil, dass dieses Schulbuchraster kostenlos online (Bölsterli et al., 2022) als Excel-Datei zur Verfügung steht.

4.2 Vergleich der ausgewählten Schulbuchraster

4.2.1 Zusammenfassung

Betrachtet man die in Kapitel 4.1 vorgestellten Raster, so verfolgen diese teils recht unterschiedliche Ansätze in ihrem Aufbau bzw. der Art, auf welche eine Bewertung durchgeführt werden kann. Zur besseren Übersicht folgt an dieser Stelle eine Zusammenfassung des jeweiligen Aufbaus und der Bewertungsschemata in den Tabellen 4.1 und 4.2.

Raster	Aufbau
Bielefelder Raster	5 Dimensionen: Metatheorie, Schulbuchdesign, Fachwissenschaft, Fachdidaktik, Erziehungswissenschaft
Reutlinger Raster	9 Kategorien: bibliographische Angaben, Ziele und Inhalte, Lehrverfahren, Adressaten, Gestaltung, Text, Aufgaben, Bild, Bild/Text
Salzburger Raster	11 Kategorien: Allgemeines zum Lehrwerk, Ausstattung des Lehrwerks, Handhabbarkeit des Lehrwerks, Ziele, inhaltliche Qualität, sprachliche Gestaltung, methodische Gestaltung, Funktion für die Planung und Durchführung des Unterrichts, Bilder / Grafiken / Tabellen, Umgang mit dem politischen Gehalt, Informationen über Autoren/-innen sowie Entstehungsbedingungen des Lehrwerks (Motivenbericht)
levanto 3.0	Fachbereichsübergreifende Beurteilungskriterien: pädagogisch-didaktischer Bereich, thematisch-inhaltlicher Bereich, formal-gestalterischer Bereich, übergeordnete Kriterien Fachspezifische Beurteilungskriterien
Kompetenzorientierter Schulbuchraster (KOS)	9 Kategorien: Passung auf eigene Institution, Alltagstauglichkeit, Schülermaterialien, Lehrpersonenmaterialien, Themenbereiche, Handlungsaspekte, Aufträge, Experimente und Klassenheterogenität

Tabelle 4.1: Aufbau der jeweiligen Beurteilungsraster

Raster	Bewertungsschema
Bielefelder Raster	Punkte von 1 – 3 bzw. 1 – 5; ja (2) / nein (1) keine Gewichtungen, Summenbildung
Reutlinger Raster	Punkte von 0 – 4; ja (meist 4) / nein (0) Gewichtungsfaktoren 1 – 3, Summenbildung
Salzburger Raster	– –, –, o, +, ++ (Punkte von 1 – 5) keine Gewichtungen, Summenbildung
levanto 3.0	Punkte von 1 – 4 Gewichtung von 1 – 4, grafische Darstellung der Ergebnisse
Kompetenzorientierter Schulbuchraster (KOS)	Punkte von 1 – 5 Gewichtung von 1 – 5, Mittelwertbildung und grafische Darstellung der Ergebnisse

Tabelle 4.2: Bewertungsschemata der jeweiligen Beurteilungsraster

4.2.2 Vor- und Nachteile der jeweiligen Raster

Durch die verschiedenen Herangehensweisen der Autor:innen der einzelnen Raster können die folgenden Vor- bzw. Nachteile hervorgehoben werden, wie in Tabelle 4.3 ersichtlich ist.

Raster	Vorteile	Nachteile
Bielefelder Raster	genaue Analyse durch inhaltlich breit gefächerte Fragen	großer Umfang, was zu einem Zeitproblem bei der Analyse werden kann
Reutlinger Raster	kompakter als der Bielefelder Raster, Teilraster je nach Art des Schulbuchs, Minima für eine Kurzbeurteilung vorhanden	fehlende Erklärung für individuelle Gestaltung
Salzburger Raster	kompakt , aufbauend auf bereits bestehende Beurteilungsraster	abratend von einer Anwendung, falls keine Rater-Schulung vorliegt
levanto 3.0	ständige Adaption und Weiterentwicklung durch Expert:innen, fachspezifische Fragen , automatische grafische Auswertung	ausschließlich auf den Schweizer Lehrplan angepasst
Kompetenzorientierter Schulbuchraster (KOS)	automatische grafische Auswertung auf mehrere Arten	Fokus auf naturwissenschaftlichen Fächern

Tabelle 4.3: Vor- bzw. Nachteile der jeweiligen Beurteilungsraster

Die in Tabelle 4.3 **fett hervorgehobenen Eigenschaften** werden für den im Rahmen dieser Arbeit erstellten Beurteilungsraster weiterverwendet.

4.3 Ergänzung weiterer Kriterien

Was sich ausgehend von Kapitel 4.2 allgemein festhalten lässt, ist, dass fachspezifische Items explizit nur in einem der fünf untersuchten Beurteilungsinstrumenten erwähnt werden. Für das Fach Mathematik und die damit verbundene Erstellung eines geeigneten Rasters ist also zusätzliche Literatur nötig, welche in diesem Kapitel behandelt wird. Darüber hinaus mögen die ausgewählten Raster zwar sowohl literarisch und/oder empirisch begründet sein, dennoch fehlen einige Punkte, die aus heutiger Sicht aus dem Mathematikunterricht in der Sekundarstufe II in Österreich nicht mehr wegzudenken sind. Dazu gehören die folgenden:

- Verweis auf die Grundkompetenzen bei der standardisierten Reifeprüfung
- Vorbereitung auf die standardisierte Reifeprüfung in Form von Teil-1- und Teil-2-Aufgaben
- Abdeckung aller Handlungsdimensionen
- Technologieeinsatz
- Online-Zugänglichkeit des Schulbuchs

Weitere Ergänzungen der Kriterien für einen vollständigen Beurteilungsraster sind also unabdingbar.

4.3.1 Kompetenzorientierung, Handlungsdimensionen

Spricht man von der standardisierten Reifeprüfung, so ist in diesem Zusammenhang auch meist von „Kompetenzen“ die Rede. Der Kompetenzbegriff wird in der Literatur auf verschiedene Arten behandelt, weswegen für diese Arbeit die folgende Definition verwendet wird:

„Kompetenzen [sind] längerfristig verfügbare kognitive Fähigkeiten und Fertigkeiten, die von Lernenden entwickelt werden und die sie befähigen, Aufgaben in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsbewusst zu lösen und die damit verbundene motivationale und soziale Bereitschaft zu zeigen,...“ (RIS, 2022a)

Neben dem Kompetenzbegriff sind bereits ab der Volksschule sogenannte „Handlungsdimensionen“ gesetzlich festgelegt (RIS, 2022a). Für die Sekundarstufen I und II sehen diese wie folgt aus:

- H1: *Darstellen, Modellbilden*

Mit dem Handlungsbereich „Darstellen“ sollen Sachverhalte in eine mathematische Repräsentation übertragen werden. Bei der Modellbildung geht es um das Erkennen von relevanten mathematischen Beziehungen und in weiterer Folge das Darstellen ebendieser in mathematischer Form. Weiters soll die Auswahl eines korrekten mathematischen Modells für einen bestimmten Sachverhalt beherrscht werden und die Adäquatheit eines bestimmten mathematischen Modells für ein Problem abgewogen werden können. Darüber hinaus zählt zu dieser Handlungsdimension die Übertragung eines mathematischen Sachverhalts von einer Darstellungsform in eine andere.

- H2: *Rechnen, Operieren*

Zum Rechnen zählt zum einen die Durchführung numerischer Rechenoperationen, zum anderen die Umformung mathematischer Sachverhalte, welche symbolisch dargestellt wurden. Beim Operieren soll die Planung und Durchführung von Rechen- bzw. Konstruktionsabläufen beherrscht werden, welches sowohl geometrisch als auch in der Arbeit mit Tabellen oder Grafiken passieren kann. Weiters soll beim Rechnen der Einsatz von Technologie – so er notwendig ist – abgewogen werden. Ebenfalls zu diesem Handlungsbereich zählen das Abschätzen/Runden von Ergebnissen und die Entscheidung zwischen verschiedenen Lösungswegen beim Operieren.

- H3: *Interpretieren*

Dazu gehört das Erkennen von Zusammenhängen, Sachverhalten oder Fakten aus mathematischen Darstellungen sowie die Deutung mathematischer Beziehungen im Kontext. Dazu zählt beispielsweise das Ablesen von Werten aus Tabellen/Grafiken, Erkennen von zutreffenden und unzutreffenden Interpretationen und die Deutung von Rechenergebnissen.

- H4: *Argumentieren, Begründen*

Mit „Argumentieren“ ist das Hervorbringen mathematischer Aspekte für bzw. ge-

gen bestimmte Sichtweisen. Hierzu wird eine adäquate Verwendung der mathematischen Fachsprache und das korrekte Einsetzen des Wissens über mathematische Regeln/Eigenschaften benötigt. Wird durch das Argumentieren eine bestimmte Schlussfolgerung gezogen, so ist von „Begründen“ die Rede. Hierbei können zum Beispiel mathematische Zusammenhänge hergeleitet/bewiesen oder Vermutungen formuliert und begründet werden. Ebenso soll erkannt werden können, wann eine mathematische Argumentation zutreffend bzw. unzutreffend ist.

4.3.2 Überlegungen zur Beurteilung mathematischer Schulbücher

In seinem Werk hat Glatfeld (1980) zwar keinen Kriterienkatalog im Sinne der Raster aus Kapitel 4.1 zur Beurteilung und zum Vergleich mathematischer Schulbücher angestellt, er stellt jedoch die Frage, auf welche Art man sinnvoll Mathematikbücher miteinander vergleichen kann. Fragebögen (Raster) mit einer Bewertung jeder Frage von 1 – 5 lehnt er ab, da für ihn die entscheidenden Kriterien zu komplex und heterogen sind, als dass sie auf eine so direkte Art bewertet werden können. Dazu kommt, dass die Verflechtungen der Kriterien beim Durcharbeiten eines linearen Katalogs nicht berücksichtigt würden. (Glatfeld, 1981, 147)

In weiterer Folge würden weitere Möglichkeiten des Versuchs von Schulbuchbewertungen aufgezeigt, nur um sofort wieder verworfen zu werden. Rezensionen würden sich massiv in der Qualität unterscheiden. Selbst bei der Vorgabe von Kriterien könne man die Analyse in einem sinnvollen Ausmaß objektivieren. Die Möglichkeit der Selbstdarstellung von Schulbüchern durch den jeweiligen Verlag werde zwar erwähnt, jedoch nicht weiter behandelt. Ein anderer und recht direkter Ansatz sei die Erprobung des Werkes. Dieser könne aber durch eine sehr subjektive Sichtweise auf eine Art beeinflusst werden, dass die Ergebnisse erneut verzerrt werden würden. Auch die Informationsbeschaffung innerhalb des Kollegiums müsse aus denselben Gründen nicht immer hilfreich sein. Darüber hinaus hätten Kolleg:innen möglicherweise andere Vorstellungen eines „guten“ Schulbuchs als man selbst. Daher folgt die Konklusion, dass ein Buch sowohl den gegebenen Rahmenbedingungen als auch den eigenen Vorstellungen bestmöglich entsprechen solle. (Glatfeld, 1981, 148)

Glatfeld postuliert nun einen schulform- und schulstufenunabhängigen Fragenkatalog für die Bewertung mathematischer Schulbücher. Es wird dabei kein Anspruch auf Vollständigkeit oder gleichmäßige Gewichtung erhoben. Weiters wird betont, dass er nicht quantitativ und nicht mathematisierbar ist. Vielmehr sollen reflektierende Aussagen über Schulbücher geliefert werden, womit diese gerechter beurteilt und fachgerechter benutzt werden können. Zusätzlich dazu sollen Anregungen für die Verbesserung von Schulbüchern gewonnen werden. (Glatfeld, 1981, 148)

Auch wenn das Ziel von Glatfeld ein anderes ist als jenes, welches in dieser Arbeit verfolgt wird, so ist sein Fragenkatalog dennoch hilfreich. Einerseits ist die Richtung der Beurteilung von Schulbüchern dieselbe, andererseits entstehen durch die Fragen neue Eindrücke, welche entweder zu den bereits untersuchten Rastern ergänzt werden oder die Relevanz bereits bestehender Items bestätigen können (siehe Tabelle 5.1). Der Fragenkatalog gliedert sich in vier Bereiche, welche zum Teil eine feinere Unterteilung haben.

- **Inhaltliche Gestaltung:** Sachgerechtigkeit, Begriffsnetz, „reine“ und „angewandte“ Mathematik, wissenschaftstheoretische Position
- **Didaktisch-methodische Aufbereitung:** lerntheoretische Konzeption, Lernziele, Aufgabenmaterial, Motivation, Lehrtext, innere und äußere Differenzierung, Einsatz im Unterricht
- **Aufmachung:** „innere“ Aufmachung, „äußere“ Aufmachung
- **Lehrerband** (Glatfeld, 1981, 150 ff.)

4.3.3 Lernprozesse

An dieser Stelle seien noch unterschiedliche Arten von Lernprozessen erwähnt, welche zwar nicht ausschließlich auf den Mathematikunterricht angewendet werden können, aber in der Literatur wiederholt aufscheinen und des Öfteren als Beispiel für den systematischen Aufbau mathematischer Themen verwendet werden.

PADUA

Im Wesentlichen wird hier die folgende Situation beschrieben: Man steht vor einem Problem, welches es zu lösen gilt. Nun werden basierend auf dem Vorwissen bereits bekannte Elemente zu etwas Neuem zusammengefügt und aufgebaut. Um mehr Klarheit im Bezug auf die ursprüngliche Problemstellung zu schaffen, wird die neue Struktur durchgearbeitet. Durch Üben soll Sicherheit geschaffen werden, um im letzten Schritt die neu erworbenen Fähigkeiten in weiteren Kontexten anwenden zu können. Aus diesem Prozess lassen sich die folgenden Schritte extrahieren:

- **Problemstellung:** Ein Problem wird genau formuliert und die einzelnen Teile davon werden erfasst. Es wird ein Bewusstsein dafür geschaffen.
- **Aufbau:** Bereits Bekanntes wird schrittweise zu einer neuen Struktur zusammengefügt, um so zu einer Erkenntnis zu gelangen.
- **Durcharbeiten:** Hier wird – basierend auf dem Aufbau – das bekannte Wissen in einem anderen Kontext betrachtet, um Flexibilität zu schaffen und verallgemeinern zu können.
- **Ueben:** Um die neu erlernten Vorgänge zu festigen und zu automatisieren, ist eine Übungsphase notwendig. So kann eine gewisse Selbstverständlichkeit hergestellt werden.
- **Anwenden:** Abschließend soll das gefestigte Wissen in neuen Situationen angewendet werden können, was heutzutage mit der Erlangung einer Kompetenz verglichen werden kann. (Aebli, 1983, 275 ff.)

KAFKA

Das PADUA-Modell wurde speziell dahingehend kritisiert, dass darin nicht vollständig zwischen Lern- und Lehrfunktionen unterschieden wird. Darüber hinaus hatte Aebli sehr starre Vorstellungen, was die methodische Gestaltung innerhalb eines Lernprozesses betrifft. Als

Beispiel wird hier die Erarbeitung neuen Wissens mit ausschließlich problemlösendem, fragenentwickelndem Unterricht genannt.(Aebli, 1983, 299 ff.) Dadurch werden die Lehrpersonen in ihrer didaktischen Vielfalt eingeschränkt.

Aufbauend auf dem PADUA-Modell wurde schließlich das KAFKA-Modell entwickelt, welches sich aus den folgenden Unterpunkten zusammensetzt:

- **Kontakt herstellen:** In diesem ersten Schritt sollen die Lernenden ein Problem erfahren und sich darauf einlassen. Sie werden mit einer neuen Situation konfrontiert.
- **Aufbauen:** Hierbei wird eine Struktur ausgehend von bereits vorhandenem Wissen aufgebaut und bereits Gelerntes miteinander verknüpft. Dadurch soll Einsicht erlangt und Klarheit geschaffen werden.
- **Flexibilisieren:** Durch weitere Beschäftigung mit dem ursprünglichen Problem sollen die Lernenden eine gewisse Dynamik im Bezug auf das Thema entwickeln. Ebenso sollen Vernetzungen und Vertiefungen mit der weiteren Auseinandersetzung mit der Materie entstehen.
- **Konsolidieren:** In dieser Phase geht es um die Festigung und das Einüben durch Wiederholungen.
- **Anwenden:** Schließlich soll ein Transfer zu neuen Situationen durch Anwendung des neu erlangten Wissens auf weitere Problemstellungen aus demselben Gebiet hergestellt werden. (Reusser, 1999)

Ein Vorteil gegenüber PADUA ist bei KAFKA, dass dieses Modell wesentlich unabhängiger von methodischen Vorgehensweisen ist. Dadurch wird den Lehrpersonen eine größere Bandbreite an Herangehensweisen zur Verfügung gestellt, also nicht nur problemlösender, fragenentwickelnder Unterricht.

LUKAS

Zuletzt sei noch das **LU**zerner Modell zur Entwicklung **K**ompetenzfördernder **A**ufgaben**S**ets (kurz: LUKAS) erwähnt, welches auf dem KAFKA-Modell aufbaut und es um formative

sowie summative Leistungsbeurteilungsaufgaben ergänzt. Zudem werden die einzelnen Aufgabentypen nicht linear nacheinander abgearbeitet, sondern sind auf eine bestimmte Art miteinander vernetzt, wie in der Abbildung 4.4 ersichtlich ist. (Luthiger et al., 2014)

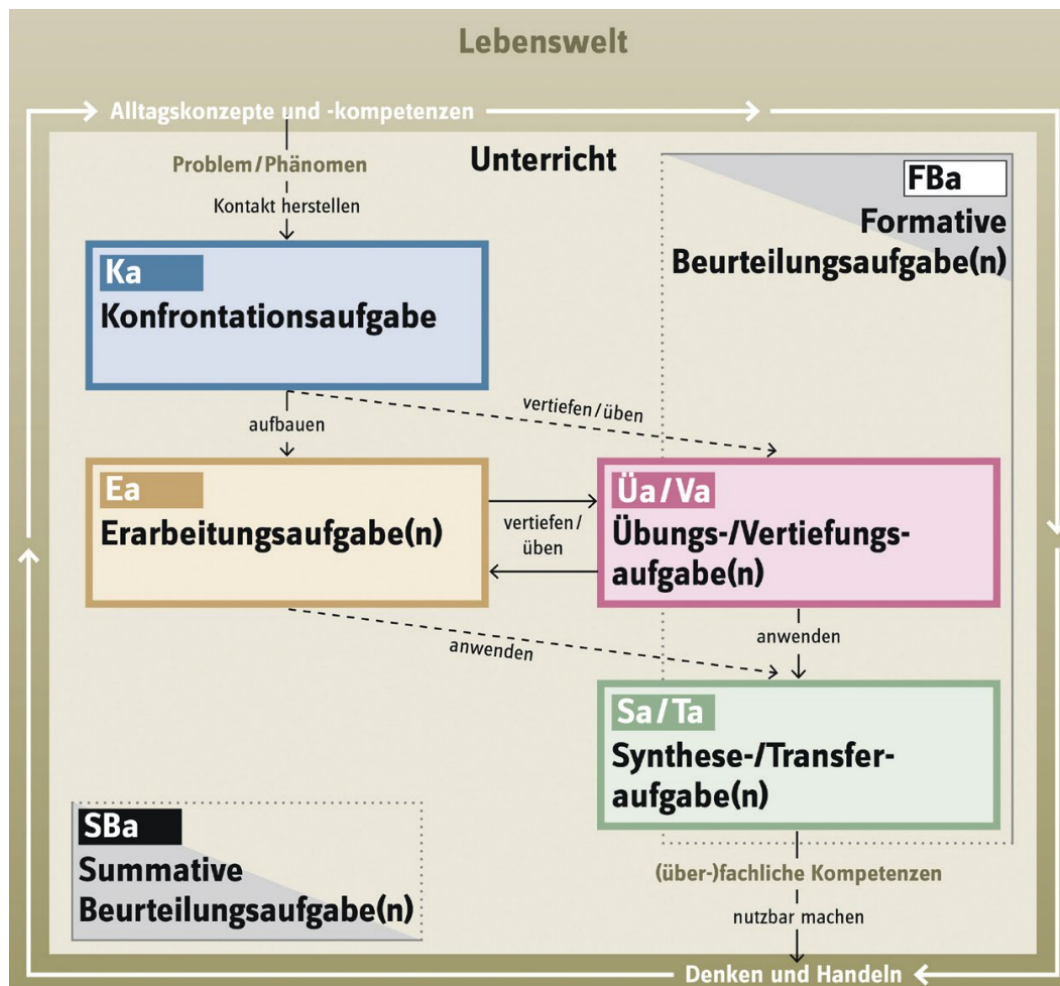


Abbildung 4.4: LUKAS-Modell

5 Erstellung eines neuen Schulbuchrasters

5.1 Entstehungsprozess

Bei der Entstehung eines neuen Schulbuchrasters, basierend auf der in dieser Arbeit bereits verwendeten Literatur, wurde folgendermaßen vorgegangen:

- Zu Beginn wurden sämtliche Fragen aus fast allen im Kapitel 4.1 vorgestellten Rastern sowie jede aus dem Kriterienkatalog von Glatfeld (siehe Kapitel 4.3.2) miteinander verglichen. Lediglich die Fragen aus dem Bielefelder Raster (4.1.1) wurden hier nicht berücksichtigt. Dies wird damit begründet, dass die meisten vorkommenden Items ohnehin durch mindestens einen der anderen Raster – speziell durch den Salzburger Raster – abgedeckt werden. Damit blieben die folgenden fünf Kataloge übrig: Reutlinger Raster, Salzburger Raster, levanto 3.0, KOS, Kriterienkatalog von Glatfeld.
- Auf der Basis des Vergleichs der Items wurden in einem ersten Schritt jene Fragen extrahiert, welche sich inhaltlich in mehreren Katalogen (in den meisten Fällen anders formuliert) wiederfanden.
- Im nächsten Schritt wurden ähnliche Fragen zusammengefasst, um Wiederholungen zu vermeiden. Weiters wurden keine Fragen 1:1 aus der Literatur übernommen. Vielmehr wurden sie auf eine Art umformuliert, in der sie inhaltlich immer noch jenen Fragen aus dem entsprechenden Raster bzw. Katalog entsprechen, aber sprachlich näher aneinander sind.

- Mit Hilfe der im Kapitel 2.4 verwendeten Literatur konnte eine finale Auswahl an Fragen gerechtfertigt werden. Abschließend wurde noch geprüft, ob die Literatur aus ebenjenem Kapitel ausreichend durch die ausgewählten Fragen abgedeckt wird.
- Ausgehend von der Letztversion der Fragen wurden ungefähr gleich große Kategorien entwickelt. Da in der Literatur die Zusammenfassung von Items in Kategorien recht stark differiert, konnte hier keine exakte Begründung der entstandenen Kategorien getroffen werden. Auch wenn eine wie bereits beschriebene Rechtfertigung der Fragenauswahl durch die Literatur stattgefunden hat, so sind die Kategorien aus einer zum Teil subjektiven Sicht des Autors entstanden, was beim Lesen dieser Arbeit berücksichtigt werden muss.

Die entstandenen Kategorien sind nachfolgend ersichtlich:

- beschreibender Teil (4 Items)
- Struktur (5 Items)
- methodische Gestaltung (6 Items)
- Aufgabengestaltung (4 Items)
- Handlungsaspekte und Kompetenzorientierung (6 Items)
- Gestaltung von Bild und Text (4 Items)
- Fachadäquatheit (5 Items)
- Begleitmaterialien / Onlineverfügbarkeit (4 Items)
- Sonstiges (2 Items)

5.2 Beurteilungsraster für Schulbücher in der Sekundarstufe II im Fach Mathematik

Nachfolgend finden sich die Fragen aus dem neu entstandenen Schulbuchraster. Hierbei wurde darauf geachtet, bei jeder Frage den Literaturbezug herzustellen, weswegen die folgenden

Abkürzungen verwendet werden:

- RR ... Reutlinger Raster
- SR ... Salzburger Raster
- lev ... levanto 3.0
- KOS ... kompetenzorientierter Schulbuchraster
- GF ... Glatfelds Fragenkatalog

Die mit einem * markierten Punkte aus der Literatur bedeuten, dass die Items nur an die entsprechende Frage aus einem der Kataloge angelehnt wurden und inhaltlich nicht genau übereinstimmten. Weiters wird in der Spalte „Literatur“ durch die **fett** markierten Nummerierungen Bezug auf bereits im Rahmen dieser Arbeit behandelte Inhalte genommen.

Kategorie: beschreibend		
Nr.	Item	Literatur
1.1	Titel, Autor:innen, Schulstufe, Erscheinungsjahr, Auflage, Verlag	RR 1.1, 1.5, 1.12, 1.13 SR 1.1, 1.3, 1.5, 1.6, 1.7
1.2	Aufbau: spiralig oder linear	RR 2.6, 2.7 SR 1.16 lev 33 KOS 26
1.3	Gibt es eine Einführung über die Handhabung bzw. den Aufbau des Schulbuchs?	SR 3.1
1.4	Gibt es Begleitmaterialien zum Buch? Wenn ja, welche?	RR 1.3, 1.4
Kategorie: Struktur		
2.1	Der Aufbau der einzelnen Kapitel ist konsistent.	SS 3.3 2.3

2.2	Das Inhaltsverzeichnis ist gut gegliedert und bietet einen guten Überblick über die im Schulbuch behandelten (Unter-)Kapitel	RR 5.36 SR 3.2 lev 44 KOS 22 GF C II 2.4.1, 2.4.2, 2.4.3
2.3	Es sind Zusammenfassungen am Anfang / Ende eines jeweiligen Kapitels vorhanden, welche ihren Zweck erfüllen.	RR 6.19 SR 3.5, 3.6 KOS 23 GF B V, C I 2.4.3
2.4	Die Aufgaben enthalten Kennzeichnungen, welche zwischen Themen des Lehrplans, der Zentralmatura und weiterführenden Themen unterscheiden.	RR 2.16* 2.3, 2.4.1, 2.4.2
2.5	Die Inhalte sind in einer Art übersichtlich gestaltet, in der unnötiges Blättern vermieden werden kann (beispielsweise durch die Behandlung eines Unterkapitels auf einer Doppelseite).	RR 5.41, 5.42, 5.46 GF C I 2.4.1, 2.4.2, 2.4.3
Kategorie: methodische Gestaltung		
3.1	Es wird in einer geeigneten Art an Vorwissen angeknüpft. Dies passiert beispielsweise durch kurze Wiederholungen vergangener Kapitel.	RR 7.10, 7.17 SR 7.7 lev 9 KOS 81 2.4.2
3.2	Durch das Schulbuch wird das selbstständige Arbeiten (beispielsweise durch Arbeitsaufträge) in einem ausreichenden Maß gefördert.	RR 7.10, 7.17 SR 7.7 lev 9 KOS 81 2.4.2

3.3	Es werden verschiedene Sozialformen (Einzel-, Partner-, Gruppenarbeit, Teamteaching,...) durch das Schulbuch berücksichtigt.	RR 3.2, 3.24 SR 8.2 lev 20 GF B III 2.3
3.4	Es sind ausreichend Übungsmöglichkeiten vorhanden, welche eine Rückmeldefunktion erfüllen.	RR 3.22, 3.23, 6.20 lev 23 GF B 2 2.4.2
3.5	Die Themen sind in sich stimmig, beispielsweise durch den Aufbau nach einem systematischen Lernprozess (PADUA, KAFKA, LUKAS,...).	RR 3.3 lev 7 KOS 64-68 GF B VII 4.3.3
3.6	Sowohl Präkonzepte als auch Vorstellungen, welche nicht fachadäquat sind, werden berücksichtigt.	lev G10 KOS 31 GF B I 2.4.2
Kategorie: Aufgabengestaltung		
4.1	Der Schwierigkeitsgrad der Aufgaben ist angemessen. Unterschiedliche Schwierigkeitsgrade sind als solche gekennzeichnet. Die Aufgaben sind für die entsprechende Schulstufe bewältigbar.	RR 7.13 SR 5.5 KOS 88 2.3, 2.4.2
4.2	Die Anzahl und Vielfalt (Texte, Bilder, Grafiken,...) an Aufgaben ist ausreichend.	RR 7.5 KOS 17 GF B III 2.3, 2.4.1, 2.4.2

4.3	Die Aufgaben dienen zum einen dem Erlernen mathematischer Strukturen und zum anderen der Anwendung auf die Lebenswelt. Diese beiden „Aufgabentypen“ stehen in einem angemessenen Verhältnis zueinander.	lev 5, G11 GF A III 2.3
4.4	Der Technologieeinsatz wird in einem ausreichenden Maß behandelt. Es gibt genügend Übungsmöglichkeiten für die Anwendung von Technologie.	lev 4*, 49 KOS 80
Kategorie: Handlungsaspekte und Kompetenzorientierung		
5.1	Die vier Handlungsdimensionen „Darstellen, Modellbilden“, „Rechnen, Operieren“, „Interpretieren“ und „Argumentieren, Begründen“ werden durch die vorkommenden Aufgaben in einem annehmbaren Rahmen abgedeckt.	RR 4.6* SR 4.3* lev G4, G5, G6* KOS 36 – 49*, 69 4.3.1
5.2	Das Schulbuch ist auf die Kompetenzen laut (erweitertem) Grundkompetenzkatalog ausgerichtet. Es wird dafür gesorgt, dass diese Kompetenzen durch entsprechende Aufgaben erreicht werden können.	lev 1 – 3, 5; G1, G2, G3* KOS 87 Tabellen 7.1 – 7.4
5.3	Die einzelnen Kompetenz- und Handlungsbereiche werden auf geeignete Art miteinander verknüpft.	lev G8
5.4	Es ist eine ausreichende Anzahl an Teil-1- und Teil-2-Aufgaben vorhanden, um eine gute Vorbereitung auf die standardisierte Reifeprüfung zu haben.	RR 7.6*
5.5	Es wird in einem ausreichenden Maß auf die Grundkompetenzen für die standardisierte Reifeprüfung verwiesen.	Tabellen 7.1 – 7.4

5.6	Die Problemlösefähigkeit wird durch entsprechende Arbeitsaufträge gefördert.	KOS 72 GF B II 2.4.2
Kategorie: Gestaltung von Bild und Text		
6.1	Das Schulbuch ist sprachlich adressat:innengerecht gestaltet. Dies zeigt sich beispielsweise durch eine angemessene Gliederung oder Verständlichkeit der Sprache.	RR 6.7 SR 6.1 lev 47 KOS 5 2.4.2
6.2	Die vorkommenden Bilder sind didaktisch sinnvoll aufbereitet. Bilder und zugehörige Texte sind gut aufeinander abgestimmt und entsprechen fach- und bilddidaktischen Anforderungen.	RR 8.10, 8.17, 9.1 SR 9.1, 9.3, 9.4 lev 46 KOS 7, 24 GF C I 2.3, 2.4.1
6.3	Die Schrift ist gut lesbar und die Textlänge ist passend.	RR 5.21 KOS 6 2.3
6.4	Das Schulbuch ist sprachlich so gestaltet, dass es auch für Erwachsene geeignet ist. So kann die Kommunikation zwischen Erwachsenen und Schüler:innen gefördert werden.	RR 6.22 SR 6.2 GF B V 2.4.3
Kategorie: Fachadäquatheit		
7.1	Die im Schulbuch verwendeten Inhalte (Texte, Bilder Grafiken) sind fachlich korrekt. Darüber hinaus ist das Schulbuch fehlerfrei (keine Tippfehler, unlösbare Aufgaben,...).	RR 2.19 lev 30 KOS 21 GF A I 2.3

7.2	Vorkommende Begriffe werden einheitlich verwendet, um einen Wiedererkennungswert bei gleichen Sachverhalten zu schaffen.	RR 5.40, 6.3 GF A I 2.4.2
7.3	Fachbegriffe werden adäquat eingeführt und konsequent weiterverwendet.	KOS 4 GF A II 2.4.2
7.4	Der Inhalt ist in der zur Verfügung stehenden Zeit bewältigbar.	RR 6.15 SR 5.4
7.5	Es sind mehr Inhalte als notwendig vorhanden, um eine Auswahl zu haben bzw. eine Schwerpunktsetzung vornehmen zu können.	RR 2.15 GF B VII 2.4.1
Kategorie: Begleitmaterialien / Onlineverfügbarkeit		
8.1	Zu den Begleitmaterialien werden Bezüge hergestellt, welche auch klar erkennbar gemacht werden.	RR 1.7, 1.8 lev 43 2.3
8.2	Das Schulbuch ist auch online zugänglich.	2.4.3
8.3	Der Lehrer:innenband enthält Planungshilfen (Jahresplanung, Musterschularbeiten,...). Er hilft bei der Vorbereitung und Durchführung von „gutem“ Unterricht.	lev 40 KOS 14, 91 2.4.1
8.4	Es gibt interaktive Sequenzen (Übungen, Videos,...), auf die im Schulbuch durch entsprechende Kennzeichnungen verwiesen wird.	2.4.3
Kategorie: Sonstiges		
9.1	Bei Texten, Bildern und Grafiken wird auf eine gendergerechte Darstellung geachtet.	lev 29 KOS 35

9.2	Die sozialen, sprachlichen und kulturellen Lebenswelten der Schüler:innen werden ausreichend berücksichtigt. Die Inhalte sind lebens- und realitätsnah.	SR 7.3 lev 13, 31 2.4.2
-----	---	--------------------------------------

Tabelle 5.1: neuer Beurteilungsraster

5.2.1 Bewertung und Gewichtung

Für die Bewertung und Gewichtung der einzelnen Items wurde der Vergleich der einzelnen Bewertungsschemata aus Kapitel 4.2.1 herangezogen. Angelehnt an den Reutlinger Raster hat sich für die Bewertung von 0 – 4 ergeben (1 ... Ausprägung in sehr geringem Maß vorhanden, 4 ... Ausprägung in sehr hohem Maß vorhanden), wobei 0 bedeutet, dass ein Merkmal nicht vorhanden ist. Ist es vorhanden, so soll durch die vierstufige Likertskala verhindert werden, dass zu viele mittelmäßige Bewertungen abgegeben werden.

Neben der Bewertung soll es auch, ähnlich wie beim Reutlinger Raster, levanto 3.0 oder KOS, die Möglichkeit einer Gewichtung geben. Damit durch diese keine extremen Unterschiede entstehen können, wurde diese bei den Faktoren 1 – 3 belassen, wie es ebenfalls beim Reutlinger Raster der Fall ist.

Um einen Vergleichswert zwischen zwei Schulbüchern zu erhalten, werden die Anzahl erreichter Punkte (je nach Gewichtung im Bereich von 0 – 432) durch die Anzahl möglicher Punkte (je nach Gewichtung im Bereich von 36 – 432) dividiert. Eine mögliche Division durch Null wird dabei aus offensichtlichen Gründen ausgeschlossen. Somit erhält man eine relative Häufigkeit bzw. in weiterer Folge einen Prozentsatz für die Anzahl erreichter Punkte. Um einen kompakten Raster anbieten zu können, wurde jener aus Tabelle 5.1 auf zwei Seiten zusammengefasst, wie untenstehend zu sehen ist. Für eine Schnellbeurteilung sind nur jene Items des bewertenden Teils heranzuziehen, welche unterstrichen sind.

beschreibender Teil		
Bezeichnung und Item		Beschreibung
1.1a	Titel	
1.1b	Autor:innen	
1.1c	Schulstufe	
1.1d	Erscheinungsjahr	
1.1e	Auflage	
1.1f	Verlag	
1.2	Aufbau: spiralig oder linear	
1.3	Einführung über Handhabung bzw. Aufbau vorhanden?	
1.4	Es gibt die folgenden Begleitmaterialien zum Buch:	

bewertender Teil		Bewertung					Gewicht		
Bezeichnung und Item		0	1	2	3	4	1	2	3
<u>2.1</u>	Konsistenz im Aufbau								
2.2	Gliederung Inhaltsverzeichnis								
<u>2.3</u>	Zusammenfassungen am Kapitelanfang/-ende								
<u>2.4</u>	Unterscheidung Lehrplan, Zentralmatura, Erweiterung								
2.5	Vermeidung von unnötigem Blättern								
<u>3.1</u>	geeignete Anknüpfung an Vorwissen								
<u>3.2</u>	Förderung von selbstständigem Arbeiten								
<u>3.3</u>	Berücksichtigung verschiedener Sozialformen								
3.4	Übungsmöglichkeiten als Rückmeldefunktion vorhanden								
3.5	in sich stimmige Themen, z.B. durch systematischen Lernprozess								
3.6	Berücksichtigung von Präkonzepten								
<u>4.1</u>	angemessene Schwierigkeitsgrade und Kennzeichnung derselben								
<u>4.2</u>	ausreichende Anzahl und Vielfalt an Aufgaben								
4.3	Aufgaben zum Erlernen/Anwenden mathematischer Strukturen								
<u>4.4</u>	ausreichender Technologieeinsatz								
<u>5.1</u>	Abdeckung der vier Handlungsdimensionen								
<u>5.2</u>	Erreichung der Kompetenzen laut Grundkompetenzkatalog								
5.3	Verknüpfung der Kompetenz- und Handlungsbereiche								
<u>5.4</u>	ausreichende Anzahl an Teil-1- und Teil-2-Aufgaben								
5.5	Verweise auf die Grundkompetenzen für die Zentralmatura								
5.6	Förderung der Problemlösefähigkeit								
6.1	adressatengerechte sprachliche Gestaltung								
6.2	didaktisch sinnvoll aufeinander abgestimmte Bilder und Texte								
6.3	gut lesbare Schrift, passende Textlänge								
6.4	sprachlich auch für Erwachsene geeignet								
<u>7.1</u>	fachliche Korrektheit, Fehlerfreiheit								
7.2	einheitlich verwendete Begriffe (Wiedererkennungswert)								
<u>7.3</u>	adäquate Einführung und Weiterverwendung von Fachbegriffen								
7.4	bewältigbarer Inhalt								
<u>7.5</u>	Auswahlmöglichkeit durch mehr Inhalte								
8.1	Herstellung von Bezügen zu Begleitmaterialien								
8.2	Online-Zugänglichkeit								
8.3	Ausstattung des Lehrer:innenbands mit Planungshilfen								
<u>8.4</u>	Verweis auf interaktive Sequenzen (Übungen, Videos,...)								
9.1	gendergerechte Darstellung bei Texten, Bildern und Grafiken								
<u>9.2</u>	Berücksichtigung der Lebenswelten der Schüler:innen								

Tabelle 5.3: neuer Beurteilungsraster – Kurzform (unterstrichen ... Items zur Schnellanalyse)

6 Analyse dreier Schulbücher anhand des neuen Schulbuchrasters

Um einen Eindruck über die Funktionsweise des neu erstellten Schulbuchrasters zu geben, wurden die drei Schulbücher „Dimensionen, Mathematik 7“ (Bleier et al., 2019), „Mathematik verstehen 7“ (Malle et al., 2019) und „Thema Mathematik 7“ (Dorfmayr et al., 2020) verwendet. Da es, wie bereits im Kapitel 4 erwähnt, im Schuljahr 2022/23 sieben bis acht unterschiedliche Schulbücher pro Schulstufe für die AHS-Oberstufe gibt, wurde die Auswahl auf je eines der Werke aus je einem der bekanntesten österreichischen Schulbuchverlage E. Dorner, ÖBV und Veritas ausgewählt.

Ein weiteres Kriterium für die Auswahl der Schulbücher war die Schulstufe. Hierbei wurde von einer Analyse der Werke aus der 12. Schulstufe abgesehen, da die Fülle des neu zu erlernenden Stoffs im Vergleich zu den Vorgängerbänden aufgrund der in diesem Jahrgang bevorstehenden Matura eingeschränkt ist. Ebenso schieden die Bücher aus der 9. Schulstufe aus. Zum einen ist hier der Stoffumfang neuer Inhalte ebenfalls eingeschränkt, da zu Beginn der Fokus mehr auf der Wiederholung des Unterstufenstoffs liegt. Zum anderen ist durch ebendiese das Bewertungskriterium 3.1 „geeignete Anknüpfung an Vorwissen“ aus Tabelle 5.3 automatisch gegeben und wäre damit redundant. Zudem gibt es nicht von allen Werken eine entsprechende Unterstufenbuchreihe, welche an die der Oberstufe anknüpft. Dadurch erschien es passender, den Fokus auf die 10. bzw. 11. Schulstufe zu legen. Da es in der 11. Schulstufe mehr Verweise auf die Anknüpfung an Vorwissen gibt, fiel die Entscheidung schlussendlich auf jene bereits erwähnten Schulbücher. Das bedeutet, dass auch die Werke „Dimensionen, Mathematik 5“ (Bleier et al., 2017), „Mathematik verstehen 5“ (Malle et al.,

2017) und „Thema Mathematik 5“ (Dorfmayr et al., 2018) bzw. „Dimensionen, Mathematik 6“ (Bleier et al., 2018), „Mathematik verstehen 6“ (Malle et al., 2018) und „Thema Mathematik 6“ (Dorfmayr et al., 2019) als Teil der Analyse herangezogen wurden.

6.1 Dimensionen, Mathematik 7

Das Werk ist konsistent im Aufbau. In der Gliederung des Inhaltsverzeichnisses sind neben den (Unter-)kapiteln auch die Seiten von Teil-1- und Teil-2-Aufgaben sowie Lösungen ausgewählter Aufgaben und ein Verweis auf das Stichwortverzeichnis zu finden. Weiters werden die für die Semestrierung des Lehrplans benötigten Kompetenzmodule als solche ausgewiesen und die einzelnen Kompetenzbereiche angeführt. Zusammenfassungen gibt es nur am Kapitelanfang in Form von kurzen Einleitungstexten und dem Verweis auf die betreffenden Grundkompetenzen (Reifeprüfung und Lehrplan). Innerhalb der Kapitel findet sich bei jeder Aufgabe eine Kennzeichnung, ob damit eine Grundkompetenz für die Reifeprüfung behandelt wird oder nicht. Eine Unterscheidung zwischen Lehrplaninhalten und Erweiterungen fehlt allerdings. Die Aufteilung zwischen Theorie, Musterbeispielen etc. und Aufgaben passiert in einer Art, in der oft unnötig hin- und hergeblättert werden muss. Zwar beginnt jedes Unterkapitel jeweils auf einer neuen Seite, doch die Erarbeitung eines neuen Theorieteils mit entsprechenden Beispielen nimmt immer wieder viele Seiten in Anspruch, sodass ein Nachlesen dieser Teile mit Umblättern verbunden ist.

Es wird versucht, zu Beginn ausgewählter Unterkapitel an Vorwissen anzuknüpfen. Dies geschieht durch eine kurze Aufgabensammlung oder durch die Wiederholung der Theorie aus Vorgängerbänden. Selbstständiges Arbeiten wird durch Erarbeitungsteile, welche auch als solche gekennzeichnet sind, gefördert. Darüber hinaus gibt es neben Arbeitsblättern samt Ausarbeitungen auch Kompetenzchecks (Teil-1-Aufgaben) am Ende eines jeden Kapitels, zu denen Lösungen im Buch vorhanden sind. Dadurch kann eine direkte Rückmeldung über die Festigung des Stoffs an die Lernenden gegeben werden. Neben dem selbstständigen Arbeiten werden den Schüler:innen eine große Anzahl an Sozialformen angeboten. Dazu zählen unter anderem Partnerarbeit, Gruppenarbeit, Expertenrunde, Gruppenpuzzle, Doppelkreis und Museumsrundgang. Die behandelten Themen weisen einen sinnvollen und stimmigen

Aufbau auf, wobei auch Präkonzepte sowie fachliche Fehlvorstellungen ausreichend berücksichtigt werden.

Die Schwierigkeitsgrade der Aufgaben bewegen sich in einem angemessenen Umfang. Allerdings fehlt eine Kennzeichnung derselben. Wird lediglich der Inhalt des Buchs (also ohne Zusatzmaterial wie online zugängliche Arbeitsblätter) betrachtet, so enthält dieses eine Gesamtanzahl von 690 Aufgaben. Diese erfüllen die beiden Zwecke des Erlernens und Anwendens mathematischer Strukturen. In 65 Aufgaben, also in rund 9 %, ist ein Verweis auf Technologieeinsatz vorhanden. Der mögliche Einsatz von Technologie wird durch dieses Werk mit GeoGebra, dem Casio Classpad II, Mathcad und dem TI-Nspire ermöglicht.

Die vier Handlungsdimensionen (siehe Kapitel 4.3.1) werden zwar komplett abgedeckt, jedoch kommt die Dimension „Argumentieren und Begründen“ im Vergleich zu den anderen Werken zu kurz. Auf die Erreichung der Grundkompetenzen laut (erweitertem) Grundkompetenzkatalog wird ausreichend Wert gelegt, bei der Verknüpfung derselben mit den Handlungsdimensionen ist auch hier der Punkt „Argumentieren und Begründen“ zu wenig vertreten. Betrachtet man jene Aufgaben, welche explizit durch eine Markierung zu Teil 1 bzw. Teil 2 zugeordnet werden, erhält man 42 Teil-1- und 13 Teil-2-Aufgaben, was einer Gesamtanzahl von 55 bzw. einem Prozentsatz von rund 8 % entspricht. Auf die Grundkompetenzen wird ausschließlich zu Beginn der Unterkapitel hingewiesen, jedoch nicht bei einzelnen Aufgaben. Bezüglich der Förderung der Problemlösefähigkeit finden sich viele „bekannte“ Aufgaben, welche nach einem bereits beschriebenen Verfahren bearbeitet werden können. Eine etwaige Entwicklung (neuer) Strategien zur Problemlösung kann wenig bis gar nicht erkannt werden. Weiters finden die Schüler:innen fast ausschließlich in den (wenigen) Teil-2-Aufgaben wirklich neue Situationen vor, in denen erst nach Lösungsstrategien gesucht werden muss.

Die Texte zur Einführung neuer Themen sind mitunter recht lang, was auch für in der Regel 16- bis 17-jährige Schüler:innen eine Herausforderung darstellen kann. Die vorkommenden Bilder sind jedenfalls didaktisch sinnvoll auf die Texte abgestimmt und alles ist optisch gut lesbar. Die sprachliche Gestaltung ist grundsätzlich auch für Erwachsene geeignet, wobei hier vorausgesetzt werden muss, dass diese über entsprechendes Vorwissen verfügen.

Fachlich ist das Werk korrekt, allerdings enthält es einige formale Fehler, welche sogar auf der Homepage des Verlags angeführt werden. (E. Dorner, 2021) Diese sind von unterschied-

licher Art, angefangen bei Tippfehlern bis hin zu falschen Angaben, welche eine Aufgabe unlösbar machen. Vorkommende Fachbegriffe werden sachgerecht eingeführt und konsistent weiterverwendet. Inhaltlich ist der vorhandene Stoff bewältigbar, wobei auch mehr Inhalte als nötig vorhanden sind, um als Lehrkraft individuelle Vertiefungen vornehmen zu können. Im Buch wird der Bezug zu Arbeitsblättern hergestellt, welche kostenlos online zu finden sind. Dazu liegt das Begleitheft mit Technologie-Tipps bei. Eine Herstellung des Bezugs zu Begleitmaterialien wie dem Schularbeiten-Trainer, beispielsweise am Ende jedes Unterkapitels als Verweis auf die entsprechenden Seiten, fehlt jedoch. Lediglich auf der Innenseite des Einbands wird auf dieses Begleitmaterial verwiesen. Die Online-Zugänglichkeit funktioniert mit einem entsprechenden Code für Digi4School einwandfrei. Ist ein solcher Code nicht vorhanden, so kann online auch ein Blick ins Buch geworfen werden, von dem aber nicht einmal die Hälfte zugänglich ist. Als Planungshilfe für Lehrkräfte wird eine Jahresplanung zur Verfügung gestellt. Auf interaktive Sequenzen wird in Form von (dynamischen) Arbeitsblättern verwiesen, Übungssequenzen zum Technologieeinsatz bzw. Videos sind ausschließlich im E-Book+ enthalten.

In punkto Gendern wird sowohl bei Texten als auch bei grafischen Darstellungen jeglicher Art auf eine passende Darstellung geachtet. Bei der Berücksichtigung der Lebenswelten der Schüler:innen wird versucht, diesen Aspekt miteinzubinden, was auch zu einem großen Teil gelingt.

Besonders positiv hervorzuheben ist bei diesem Werk die Berücksichtigung der verschiedenen Sozialformen (Item 3.3), welche immer wieder auftauchen. Ein Beispiel dafür ist die Gruppenrallye, das in Abbildung 6.1 zu sehen ist.

Arbeit nach der Lernmethode Gruppenrallye

Hinweise zur Vorgangsweise findest du unter www.lernmethode-gruppenrallye.de.

Die folgenden Aufgaben A bis D sind in Vierergruppen arbeitsteilig in der vorgegebenen Zeit (z. B. 20 bis 25 Minuten) zu lösen. Die Kontrolle und Bewertung der Aufgaben erfolgt anschließend durch eine andere Gruppe.



594

Aufgabe A:

Berechnet $z + \bar{z}$, $z - \bar{z}$, $z \cdot \bar{z}$ und $\frac{z}{\bar{z}}$ für $z = 3 + 5i$ und $\bar{z} = 3 - 5i$.

Was fällt euch auf? Gebt allgemein Rechenregeln für die Addition, Subtraktion, Multiplikation und Division zweier konjugiert-komplexer Zahlen an.

Aufgabe B:

Überprüft für $z_1 = 3 + 2i$, $z_2 = -4 + 5i$ und $z_3 = 1 - 3i$ die Gültigkeit des Kommutativgesetzes $z_1 + z_2 = z_2 + z_1$ und des Assoziativgesetzes

$(z_1 + z_2) + z_3 = z_1 + (z_2 + z_3)$ der Addition komplexer Zahlen. Weist die Gültigkeit allgemein nach.

Für welche komplexen Zahlen z gilt: $(a + b \cdot i) + z = a + b \cdot i$ bzw. $(a + b \cdot i) + z = 0$?

Aufgabe C:

Überprüft für $z_1 = 3 + 2i$, $z_2 = -4 + 5i$ und $z_3 = 1 - 3i$ die Gültigkeit des Kommutativgesetzes $z_1 \cdot z_2 = z_2 \cdot z_1$ und des Assoziativgesetzes $(z_1 \cdot z_2) \cdot z_3 = z_1 \cdot (z_2 \cdot z_3)$ der Multiplikation komplexer Zahlen. Weist die Gültigkeit allgemein nach.

Aufgabe D:

Überprüft für $z_1 = 3 + 2i$, $z_2 = -4 + 5i$ und $z_3 = 1 - 3i$ das Distributivgesetz komplexer Zahlen $z_1 \cdot (z_2 + z_3) = z_1 \cdot z_2 + z_1 \cdot z_3$ und weist die Gültigkeit allgemein nach.

Abbildung 6.1: Gruppenrallye – „Dimensionen, Mathematik 7“

Negativ aufgefallen ist hingegen das Item 2.5 – Vermeidung unnötigen Blätterns. Zwar wird versucht, durch vereinzelte Aufgaben am Ende eines Theorieblocks Blättern zu vermeiden. Dass dies ungenügend gelingt, zeigt beispielhaft Abbildung 6.2.

Differentialrechnung: Erweiterungen und Exaktifizierungen

- 371 Ermittle durch implizites Differenzieren y' :
- $4y + 3x^2 = 7$
 - $x^4 - 2yx + 5y = -3$
 - $7y^2 - 2y + 3x = 3$

Durch implizites Differenzieren kann für Kegelschnitte der Anstieg y' der Tangente in jedem beliebigen Punkt $P(x|y)$ des Kegelschnittes ermittelt werden.

- 372 (1) Ermittle durch implizites Differenzieren einen Term für den Anstieg y' der Tangente an den Kegelschnitt im Punkt $P(x|y)$.
 (2) Berechne die Anstiege der beiden Tangenten an der Stelle x_0 .
 (3) Kontrolliere die berechneten Tangentenanstiege, indem du den Kegelschnitt und die beiden Tangenten mit Technologie grafisch darstellst.
- Kreis: $x^2 + y^2 = 100$; $x_0 = 6$
 - Ellipse: $4x^2 + 9y^2 = 36$; $x_0 = 0$
 - Hyperbel: $x^2 - 25y^2 = 25$; $x_0 = 15$
 - Parabel: $y^2 = 8x$; $x_0 = 2$

- 373 Ermittle die Ableitung y' mithilfe einer geeigneten Regel.
- $y = (10x)^4$
 - $y = x \cdot \sin(x)$
 - $y = |\ln(x)|^2$
 - $y = \frac{x^2}{x-1}$
 - $x^3 - 2xy + y^2 = 4$
 - $y = \sqrt{(x^2 - 10)}$

Im Hinblick auf höhere Ableitungen können sich Funktionen verschieden verhalten. Drei Funktionstypen sind hier angeführt. Darüber hinaus gibt es noch andere Möglichkeiten.

Typ A	– Beliebig oft differenzierbar – Alle Ableitungen sind voneinander verschieden.
Typ B	– Beliebig oft differenzierbar – Ab einer bestimmten Ableitung sind alle weiteren Ableitungen null.
Typ C	– Beliebig oft differenzierbar – Höhere Ableitungen wiederholen sich periodisch.

374 Untersucht die folgenden Funktionen und ordnet sie den verschiedenen Typen zu.

Funktion	Typ A, B oder C
$f_1(x) = x^4 - 3x^2 + x + 5$	
$f_2(x) = e^x$	
$f_3(x) = \sin(x)$	
$f_4(x) = x \cdot \sin(x)$	
$f_5(x) = 4x^7 - 2x^5 + 4x^2 - 3x + 2$	
$f_6(x) = a \cdot x^n$ mit $n \in \mathbb{N}$	
$f_7(x) = \cos(x)$	

375 Bildet die Ableitung. Berücksichtigt die Ketten-, Produkt- bzw. Quotientenregel.

- $f(x) = e^{-x^2}$
- $f(x) = 10^{x^2}$
- $f(x) = x^2 \cdot 3^x$
- $f(x) = \frac{e^{3x}}{x}$

174

2 Weitere Ableitungsregeln

376 Bildet die Ableitung. Berücksichtigt die Ketten-, Produkt- bzw. Quotientenregel.

- $f(x) = 3 \cdot \sin(2x + \pi)$
- $f(t) = B \cdot A \cdot \cos\left(\omega t + \frac{\omega}{3}\right)$
- $f(x) = \sin(x) \cdot \cos(x)$

377 Gebt die Definitionsmenge an und bildet die Ableitung.

- $y(x) = \sqrt{25 - x^2}$
- $f(x) = e^{(m-x)^2}$
- $f(t) = 4 \cdot e^{-0.5t} \cdot \sin\left(\frac{4}{3}\pi t\right)$
- $f(x) = \frac{\sin(x)}{x}$
- $N(t) = 1000 \cdot e^{-0.002t}$
- $f(t) = 4 \cdot \sin\left(\frac{4}{3}\pi \cdot t\right)$

378 Erarbeite die Beweise für das Ableiten von Exponential-, Logarithmus-, Potenz- und Winkelfunktionen: Beweise zum Ableiten weiterer Funktionen

Technologie-Tipp: Ableitungsregeln

Aufgaben

Ableiten mit der Konstantenregel

379 Ordne den Funktionen f die passende Ableitung f' zu.

$f(x) = (9x)^2$	$f(x) = (0,7x)^2$	$f(x) = (-10x)^3$	$f(x) = \left(\frac{2}{3}x\right)^3$		
A	B	C	D	E	F
$f'(x) = -3000x^2$	$f'(x) = \frac{8}{9}x^2$	$f'(x) = 162x$	$f'(x) = -30x^2$	$f'(x) = \frac{8}{9}x$	$f'(x) = 0,98x$

380 Ordne der Funktion f die erste Ableitung f' richtig zu.

$f(x) = \cos(4x)$					
$f(x) = \sin(4x)$					
$f(x) = e^{-\frac{1}{3}x}$					
$f(x) = \sqrt{3x}$					
A	B	C	D	E	F
$f'(x) = -4 \cdot \sin(x)$	$f'(x) = -2 \cdot e^{-2x}$	$f'(x) = -0,5 \cdot e^{-0,5x}$	$f'(x) = -4 \cdot \sin(4x)$	$f'(x) = \frac{3}{2\sqrt{3x}}$	$f'(x) = 4 \cdot \cos(4x)$

381 Bildet die Ableitungsfunktion.

- indem du die Funktion zunächst umformst und dann differenzierst,
 - indem du die Konstantenregel anwendest.
- $e(t) = (\sqrt{3}t)^4$
 - $f(x) = (k \cdot x)^4$
 - $g(r) = (\pi \cdot r)^5$
 - $h(V) = (-\sqrt{2}V)^5$
 - $s(t) = (2k \cdot t)^3$
 - $v(x) = \left(\frac{3}{2}x\right)^2$
 - $k(e) = (-0,5e)^4$
 - $m(u) = \left(\frac{\sqrt{2}\pi}{2}u\right)^3$

175

Abbildung 6.2: Aufgaben zu Ableitungsregeln – „Dimensionen, Mathematik 7“

Die Aufgaben 371 – 373 behandeln das Thema „Implizites Differenzieren“, welches aber auf der Doppelseite davor erklärt wird. Ebenso muss für die Quotientenregel zur Bearbeitung von Aufgabe 376 eine Seite nach vorne geblättert werden. Für die Ketten- bzw. Produktregel in derselben Aufgabe finden sich die jeweiligen Erklärungen erst nach zweimaligem und für jene der Konstantenregel aus den Aufgabe 379 – 381 nach dreimaligem Blättern nach vorne. Auch wenn argumentiert werden kann, dass es sich bei den letzten drei Aufgaben um eine bewusste Mischung unterschiedlicher Themen handelt, so ist die Theorie zu den anderen Aufgaben im Vergleich zu den übrigen Werken schwieriger auffindbar.

6.2 Mathematik verstehen 7

Der Aufbau dieses Schulbuchs ist konsistent. Im Inhaltsverzeichnis sind die (Unter-)Kapitel dem jeweiligen Semester, in dem der Stoff laut Lehrplan durchgenommen werden soll, zugeordnet. Darüber hinaus werden Seiten zum Technologieeinsatz bzw. zu einem Kompetenzcheck (jeweils am Kapitelende) angegeben. Zusätzlich ist für das Semesterende jeweils ein Semestercheck enthalten, welcher aus Teil-1- und Teil-2-Aufgaben besteht. Weitere Verweise gibt es auf Beweise, mathematische Zeichen, Tabellen, ein Stichwortverzeichnis, ein Namensregister und Bildnachweise. Am Anfang des jeweiligen Kapitels finden sich Zusammenfassungen in Form von Lernzielen sowie Verweise auf die Grundkompetenzen laut erweitertem Grundkompetenzkatalog. Am Kapitelende gibt es keine Zusammenfassungen. Unterscheidungen zwischen Aufgaben, welche für die Zentralmatura relevant sind, und jenen, die den restlichen Lehrplan abdecken, werden eindeutig sichtbar gemacht. Hierzu sind die Aufgaben in Blöcken geordnet, welche die entsprechende Unterscheidung aufweisen. Eine zusätzliche Differenzierung für Erweiterungsstoff gibt es nicht. Bei der Erarbeitung neuen Stoffes wird versucht, Musterbeispiele und selbstständig zu lösende Aufgaben so zu platzieren, sodass nicht geblättert werden muss. Dies gelingt allerdings nicht immer. Die einzelnen Blöcke zwischen Theorie bzw. Musterbeispielen und Aufgaben sind jedenfalls eher klein gehalten.

Die Anknüpfung an Vorwissen geschieht bei ein paar wenigen Unterkapiteln. Hier wird in der Regel die Theorie aus Vorgängerbänden wiederholt, um anschließend anhand von Aufga-

ben besser in die Thematik eintauchen zu können. Das selbstständige Arbeiten wird durch Arbeitsblätter, auf die im Buch verwiesen wird und denen Lösungen beiliegen, unterstützt. Ebenso kann durch die Kompetenzchecks am Ende jedes Kapitels eigenständig geübt werden. Hierzu gibt es allerdings keine Lösungen im Buch selbst. Dadurch ist auch nur teilweise eine Rückmeldefunktion vorhanden. Neben der Einzelarbeit werden keine anderen Sozialformen genannt. Fachliche Fehlvorstellungen werden durch entsprechende Hinweise eliminiert und Präkonzepte berücksichtigt.

Für diese Schulstufe ist der Schwierigkeitsgrad der Aufgaben angemessen, eine Kennzeichnung der unterschiedlichen Anspruchsniveaus fehlt aber. Die Aufgabenanzahl (ohne zusätzliche Arbeitsblätter) liegt bei 824. Davon sind 201 Aufgaben bzw. rund 24 % als solche mit Technologieeinsatz gekennzeichnet. Die Technologie, die durch das Buch abgedeckt wird, ist GeoGebra und das Casio Classpad II. Gratis gibt es online noch Arbeitsblätter zum TI-Nspire. Insgesamt beschränken sich viele Aufgaben auf abstrakte Sachverhalte, weswegen die Anwendung mathematischer Strukturen etwas in den Hintergrund gerät.

Sämtliche Handlungsdimensionen werden in einem ausreichenden Maß abgedeckt, ebenso wird die Erreichung der Kompetenzen laut (erweitertem) Grundkompetenzkatalog forciert. Durch eine gute Abdeckung der Handlungsdimensionen und der Grundkompetenzen werden diese auch geeignet miteinander verknüpft. Durch die Kompetenzchecks am Ende jedes Kapitels bzw. die Semesterchecks ist eine große Anzahl an Teil-1-Aufgaben (157) bzw. Teil-2-Aufgaben (40) vorhanden, was eine Gesamtanzahl von 197 (rund 24 %) ergibt. In diesen Checks wird auch bei jeder Aufgabe auf die Grundkompetenz verwiesen, welche dadurch abgedeckt wird. Bei den restlichen Aufgaben ist das allerdings nicht der Fall. Bei der Problemlösefähigkeit finden sich, wie auch schon in Abschnitt 6.1, viele Aufgaben, welche nach einem davor erklärten „Kochrezept“ bearbeitet werden können. Durch eine größere Anzahl an Teil-2-Aufgaben wird dies zwar ausgeglichen und die Lernenden stehen vor einer neuen Situation, doch durch die Kennzeichnung dieser Aufgaben mit den entsprechenden Grundkompetenzen ist wieder ein zusätzlicher Hinweis vorhanden, der den selbstständigen Denkprozess nicht unbedingt nötig macht. Da aber genau dieser bei den Teil-2-Aufgaben der Matura unabdingbar ist und dadurch im Schulbuch mehr Hilfestellung als nötig vorhanden ist, wurde hier nicht die volle Punkteanzahl vergeben (siehe 7.8).

Die Textlänge ist im Großen und Ganzen kürzer als beim Werk in Abschnitt 6.1. Es gibt dennoch textlastige Abschnitte, welche für Schüler:innen herausfordernd sein können. Davon abgesehen sind die Texte für Lernende einer 7. Klasse AHS geeignet und die Bilder passend abgestimmt. Die Schrift kann ebenfalls gut gelesen werden. Wie auch schon im zuvor behandelten Abschnitt eignet sich das Buch nur dann für Erwachsene, wenn von diesen mathematisches Vorwissen mitgebracht wird.

Fachliche Korrektheit und Fehlerfreiheit sind bei diesem Werk gegeben. Die Fachbegriffe werden adäquat eingeführt und als Wiedererkennungsmerkmal konsistent weiterverwendet. Der zur Verfügung gestellte Inhalt ist für diese Schulstufe bewältigbar. Darüber hinaus sind mehr Inhalte als notwendig für eine größere Auswahlmöglichkeit für Lehrer:innen vorhanden.

Auch in diesem Schulbuch werden Verweise auf Arbeitsblätter und Lernapplets gemacht, welche online zu finden sind. Auch auf das Begleitmaterial zum Technologietraining wird mit einem entsprechenden Symbol hingewiesen. Fehlend ist allerdings eine Herstellung des Bezugs zum Grundkompetenztraining, welches als Begleitmaterial am Ende des Buchs beworben wird. Online ist das Werk über Digi4School mit einem Zugangscode abrufbar. Auch hier gibt es die Möglichkeit, ohne Code online im Buch zu blättern. In diesem Fall gibt es sogar Zugriff auf das gesamte Buch. Für Lehrende ist eine Jahresplanung vorhanden. Besitzer:innen des E-Book+ haben ebenfalls Zugriff auf Lösungen, weitere Arbeitsblätter und didaktische Hinweise. Interaktive Übungen, Audiodateien, Videos und Erklärtexte sind ebenfalls nur im Rahmen des E-Book+ enthalten.

Die Texte, Bilder und Grafiken werden alle gendergerecht dargestellt. Durch die zu einem größeren Teil abstrakt gehaltenen Aufgaben können die Lebenswelten der Lernenden nicht immer ausreichend berücksichtigt werden.

In diesem Werk sticht besonders die Anzahl der Aufgaben mit Technologieeinsatz hervor (Item 4.5). Hier wurden entweder einzelne Nummern oder ganze Abschnitte mit einem entsprechenden Zeichen (T) versehen (siehe Abbildung 6.3).

Ein besonders negativer Aspekt im Vergleich zu den anderen Büchern ist die wesentlich geringere Anzahl an Aufgaben zum Anwenden mathematischer Strukturen (Item 4.4), was

in den Abbildungen 6.4 und 6.5 zu erkennen ist.

Funktionsuntersuchungen

7.66 Ermittle den größtmöglichen Definitionsbereich der Funktion f ! Untersuche f bezüglich Nullstellen, Monotonie, Krümmung, Extremstellen und Wendestellen! Zeichne den Graphen von f mit Technologieeinsatz!

a) $f(x) = \ln(x)$ b) $f(x) = \log_3(x)$

7.67 Ermittle den größtmöglichen Definitionsbereich der Funktion f ! Untersuche f bezüglich Nullstellen, Monotonie, Krümmung, Extremstellen und Wendestellen!

a) $f(x) = \log_3(x)$ (mit $a = 1$) b) $f(x) = \log_3(x)$ (mit $0 < a < 1$)

7.68 Ermittle den größtmöglichen Definitionsbereich der Funktion f ! Untersuche f bezüglich Nullstellen, Monotonie, Krümmung, Extremstellen und Wendestellen! Gib vorhandene Hoch-, Tief- und Wendepunkte des Graphen von f an und zeichne diesen mit Technologieeinsatz!

a) $f(x) = x \cdot \ln(x)$ b) $f(x) = \frac{\ln(x)}{x}$ c) $f(x) = 1 + \ln(x)$ d) $f(x) = \log_3(10x)$

7.69 Nebenstehend ist der Graph der Funktion f mit

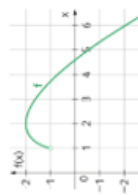
$f(x) = x - (x-1) \cdot \ln(x-1)$ abgebildet.

1) Gib den größtmöglichen Definitionsbereich von f an!

2) Zeige durch Rechnung, dass der Graph von f genau einen Hochpunkt H , aber keinen Tiefpunkt besitzt! Berechne die Koordinaten von H !

3) Begründe, dass f im gesamten Definitionsbereich rechtsgelkrümmt ist!

4) Begründe, dass f genau eine Nullstelle besitzt und dass diese im Intervall $(4; 5)$ liegt!



Potenzregel für reelle Exponenten

Mit Hilfe der Ableitungsregel für e^x und $\ln(x)$ können wir die Potenzregel verallgemeinern.

Auf Seite 32 haben wir diese Regel nur für natürliche Exponenten bewiesen. Sie gilt aber für beliebige reelle Exponenten.

Satz (Potenzregel für reelle Exponenten)

Für alle $x \in \mathbb{R}^+$ und alle $r \in \mathbb{R}$ gilt:

$f(x) = x^r \Rightarrow f'(x) = r \cdot x^{r-1}$

Beweis: $f(x) = x^r = (e^{\ln(x)})^r = e^{r \cdot \ln(x)}$

Nach der Kettenregel folgt:

$f'(x) = e^{r \cdot \ln(x)} \cdot r \cdot \frac{1}{x} = x^r \cdot r \cdot \frac{1}{x} = r \cdot x^{r-1}$ $\square$

7.70 Leite die Quadratzurkelregel mit Hilfe der Potenzregel für reelle Exponenten her!

Lösung: $f(x) = \sqrt{x} = x^{\frac{1}{2}} \Rightarrow f'(x) = \frac{1}{2} \cdot x^{\frac{1}{2}-1} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{x^{\frac{1}{2}}} = \frac{1}{2 \cdot \sqrt{x}}$

AUFGABEN

7.71 Ermittle $f'(x)$!

a) $f(x) = x^3$

b) $f(x) = x^{-2.5}$

c) $f(x) = x \cdot x^{x^2}$

d) $f(x) = \sqrt[3]{x} + \sqrt[3]{x^3}$

AUFGABEN

7.73 Ein Behälter hat die Form einer geraden quadratischen Pyramide mit der Grundseitenlänge 2 m und der Höhe 6 m (siehe nebenstehende Abbildung).

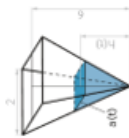
In den Behälter fließt Wasser mit der konstanten Zuflussgeschwindigkeit von 10 l/min ein.

1) Stelle eine Formel auf, die jedem Zeitpunkt t die Wasseroberfläche $A(t)$ im Behälter zuordnet!

2) Wie schnell steigt die Wasseroberfläche nach 3 min?

3) Wie schnell steigt die Wasseroberfläche, wenn das Wasser gerade 3 m hoch ist?

4) Wie schnell steigt die Wasseroberfläche, wenn das Volumen des Wassers im Behälter gerade 2 m³ beträgt?



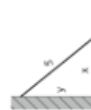
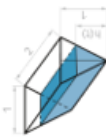
7.74 Ein Trog hat die nebenstehend abgebildete Gestalt (Maße in Meter). Es fließt Wasser mit der konstanten Zuflussgeschwindigkeit von 10 l pro Minute ein.

1) Stelle eine Formel auf, die jedem Zeitpunkt t die Wasseroberfläche $h(t)$ im Trog zuordnet!

2) Wie schnell steigt die Wasseroberfläche nach 15 min?

3) Wie schnell steigt die Wasseroberfläche, wenn das Wasser gerade 0,5 m hoch steht?

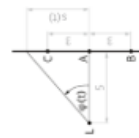
4) Wie schnell steigt das Wasser, wenn sich im Trog gerade 1000 l befinden?



7.75 Eine 5 m lange Leiter lehnt an einer Hausmauer (siehe nebenstehende Abbildung). Jemand zieht das untere Ende der Leiter mit einer Geschwindigkeit von 3 m/s längs des Bodens weg. (Zum Zeitpunkt $t = 0$ sei $x = 0$.)

1) Stelle eine Formel auf, die jedem Zeitpunkt t die Höhe $y(t)$ des oberen Endes der Leiter zuordnet!

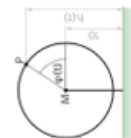
2) Wie schnell sinkt das obere Ende der Leiter längs der Hausmauer, wenn das untere Ende von dieser gerade 3 m entfernt ist?



7.76 Der Scheinwerfer eines Leuchtturms L , der 5 km vom nächstgelegenen Punkt A an der geradlinigen Küstenlinie entfernt ist, dreht sich mit 2 Umdrehungen pro Minute.

1) Stelle eine Formel für die von A aus gemessene Entfernung $s(t)$ desjenigen Punktes auf, in dem der Lichtstrahl auf die Küste trifft!

2) Wie schnell wandert der Lichtstrahl im Punkt A bzw. in den 3 km von A entfernten Punkten B und C die Küstenlinie entlang?



7.77 Ein Riesenrad von 15 m Durchmesser, dessen Mittelpunkt M 10 m über dem Boden liegt, dreht sich im Gegenuhrzeigersinn mit einer Umdrehung pro Minute.

1) Stelle eine Formel auf, die jedem Zeitpunkt t die Höhe $h(t)$ des Aufhängepunktes P einer Kabine zuordnet, wobei für $t = 0$ der Punkt P sich in der Höhe des Mittelpunktes des Riesenrads befindet!

2) Wie schnell steigt der Punkt P , wenn er gerade 12 m hoch ist?

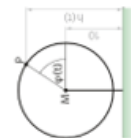


Abbildung 6.3: Technologieeinsatz – „Mathematik verstehen 7“

3.6 AUFSUCHEN VON POLYNOMFUNKTIONEN

Ermitteln einer Termdarstellung aufgrund von Bedingungen

3.48 Der Graph einer Polynomfunktion vom Grad 3 hat $T = (3|1)$ als Tiefpunkt und die Steigung der Tangente im Punkt $P = (0|1)$ beträgt 3. Ermittle eine Termdarstellung dieser Funktion!

LÖSUNG:

Die gesuchte Termdarstellung hat die Form:

$$f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$$

$$f'(x) = 3ax^2 + 2bx + c$$

Zur Bestimmung der Koeffizienten a, b, c, d entnehmen wir dem Text vier Bedingungen:

- 1. Bedingung:** Der Graph geht durch $T = (3|1)$, d.h. $f(3) = 1$.
 $\Rightarrow 27a + 9b + 3c + d = 1$
- 2. Bedingung:** Der Graph geht durch $P = (0|1)$, d.h. $f(0) = 1$.
 $\Rightarrow d = 1$
- 3. Bedingung:** 3 ist lokale Minimumstelle von f und somit $f'(3) = 0$.
 $\Rightarrow 27a + 6b + c = 0$
- 4. Bedingung:** Die Steigung von f an der Stelle 0 ist 3, d.h. $f'(0) = 3$.
 $\Rightarrow c = 3$

Insgesamt erhalten wir somit folgendes Gleichungssystem:

$$\begin{cases} 27a + 9b + 3c + d = 1 \\ 27a + 6b + c = 0 \\ d = 1 \\ c = 3 \end{cases}$$

Löse dieses Gleichungssystem selbst!

Es ergibt sich: $a = \frac{1}{3}$, $b = -2$, $c = 3$, $d = 1$ Folglich lautet die Termdarstellung von f :

$$f(x) = \frac{1}{3}x^3 - 2x^2 + 3x + 1$$

Führe die Probe selbst durch! Überprüfe dabei, ob alle Bedingungen des Textes erfüllt sind!

AUFGABEN

- 3.49** Der Graph einer Polynomfunktion f vom Grad 2 besitzt den Tiefpunkt $T = (2|-2)$. Die Steigung der Tangente an der Stelle 0 beträgt -3. Ermittle eine Termdarstellung der Funktion f !
- 3.50** Der Graph einer Polynomfunktion f vom Grad 2 besitzt den Hochpunkt $H = (1|2)$. Die Steigung der Tangente an der Stelle 4 beträgt -6. Ermittle eine Termdarstellung der Funktion f !
- 3.51** Der Graph einer Polynomfunktion f vom Grad 2 geht durch den Punkt $P = (0|1)$ und hat den Tiefpunkt $T = \left(\frac{1}{3}|\frac{1}{3}\right)$. Ermittle eine Termdarstellung der Funktion f !
- 3.52** Die Gerade $L: x + y + 4 = 0$ ist Tangente an den Graphen von $f: x \mapsto ax^2 + bx + 1$ im Punkt $P = (-1|-3)$. Ermittle a und b !
- 3.53** Der Graph einer Polynomfunktion vom Grad 3 besitzt den Hochpunkt $H = (0|2)$ und den Tiefpunkt $T = (4|-30)$. Ermittle eine Termdarstellung der Funktion f sowie den Wendepunkt des Graphen von f !
- 3.54** Der Graph einer Polynomfunktion f vom Grad 3 besitzt den Hochpunkt $H = (0|3)$ und den Wendepunkt $W = (1|1)$. Ermittle eine Termdarstellung der Funktion f ! Ermittle weiters den Tiefpunkt des Graphen von f ! Zeichne den Graphen!

3.55 Der Graph einer Polynomfunktion f vom Grad 3 berührt im Ursprung die 1. Achse. Die Tangente im Punkt $P = (1|1)$ hat die Steigung -2a. Ermittle eine Termdarstellung der Funktion f und gib die lokalen Extremstellen von f an!

3.56 Der Graph einer Polynomfunktion f vom Grad 3 geht durch den Punkt $P = (1|1)$ und hat den Wendepunkt $W = (0|0)$. Die Steigung der Wendetangente in W beträgt -1. Ermittle eine Termdarstellung der Funktion f !

3.57 Der Graph einer Polynomfunktion f vom Grad 3 geht durch den Ursprung. Die Tangente an den Graphen im Ursprung hat eine negative Steigung und schneidet mit der positiven ersten Achse einen Winkel von 135° ein. Im Punkt $(1|5)$ hat die Tangente die Steigung 14. Gib eine Termdarstellung der Funktion f an!

3.58 Der Graph einer Polynomfunktion f vom Grad 3 berührt die 1. Achse bei $x = 1$ und besitzt den Wendepunkt $W = (3|-4)$. Ermittle eine Termdarstellung der Funktion f !

3.59 Der Graph einer Polynomfunktion f vom Grad 3 nimmt ein lokales Extremum im Punkt $E = (1|-2)$ an, schneidet die 1. Achse im Punkt $(2|0)$ und die 2. Achse im Punkt $(0|-2)$. Ermittle eine Termdarstellung der Funktion f !

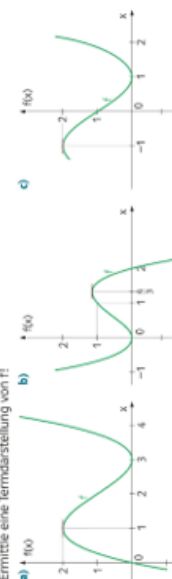
3.60 Der Graph einer Polynomfunktion f vom Grad 3 nimmt lokale Extrema in den Punkten $E = \left(\frac{1}{2}|-3\right)$ und $F = \left(-\frac{1}{2}|3\right)$ an. Ermittle eine Termdarstellung der Funktion f !

3.61 Der Graph einer Polynomfunktion f vom Grad 3 hat eine lokale Extremstelle bei $x = 4$. Die Steigung der Tangente an den Graphen von f an der Stelle $x = -3$ beträgt 21. Im Punkt $P = (-2|8)$ ist die Tangente parallel zur 1. Achse. Ermittle eine Termdarstellung der Funktion f !

3.62 Der Graph einer Polynomfunktion vom Grad 3 hat eine lokale Extremstelle bei $x = 3$ und eine weitere lokale Extremstelle bei $x = -1$. Im Schnittpunkt $P = (0|8)$ mit der 2. Achse ist die Steigung der Tangente -9. Ermittle eine Termdarstellung der Funktion f !

3.63 Der Graph einer Polynomfunktion f vom Grad 3 besitzt den Wendepunkt $W = (-1|4)$, schneidet die 1. Achse im Punkt $(1|0)$ und die 2. Achse im Punkt $(0|-7)$. Ermittle eine Termdarstellung der Funktion f !

3.64 Unterstehend ist der Graph einer Polynomfunktion f vom Grad 3 gezeichnet. Ermittle eine Termdarstellung von f !



3.65 Eine Polynomfunktion f vom Grad 3 hat eine Nullstelle bei $x = 2$. Eine lokale Extremstelle befindet sich bei $x = 1$, eine andere bei $x = 3$. Die Steigung von f an der Stelle 2 beträgt -6. Ermittle eine Termdarstellung der Funktion f !

Abbildung 6.4: Erlernen/Anwenden mathematischer Strukturen – „Mathematik verstehen 7“

3.66 Der Graph einer Polynomfunktion f vom Grad 4 ist symmetrisch bezüglich der 2. Achse und geht durch den Punkt $P = (0|2)$. Die Stelle 1 ist eine Nullstelle und lokale Extremstelle von f . Ermittle eine Termdarstellung der Funktion f !

3.67 Der Graph einer Polynomfunktion f mit $f(x) = ax^4 + bx$ besitzt den Tiefpunkt $T = (-1|-3)$. Ermittle eine Termdarstellung der Funktion f !

3.68 Der Graph einer Polynomfunktion f vom Grad 4 besitzt den Tiefpunkt $T = (2|0)$ und den Wendepunkt $W = (0|0)$. Die Wendetangente bildet mit der positiven 1. Achse einen Winkel von 45° . Ermittle eine Termdarstellung von f !

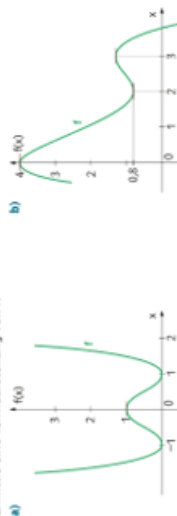
3.69 Der Graph einer Polynomfunktion f mit $f(x) = ax^4 + bx + c$ geht durch den Punkt $P = (1|2)$ und besitzt den Tiefpunkt $T = \left(\frac{1}{2}|\frac{1}{2}\right)$. Ermittle eine Termdarstellung der Funktion f !

3.70 Der Graph einer Polynomfunktion f vom Grad 4 hat einen Hochpunkt im Koordinatensprung. Im Wendepunkt $W = (1|-1)$ ist die Tangente parallel zur ersten Achse. Ermittle eine Termdarstellung der Funktion f !

3.71 Der Graph einer Polynomfunktion f vom Grad 4 geht durch den Koordinatensprung und den Punkt $P = (-2|12)$, hat bei $x = 2$ einen Wendepunkt und bei $x = -1$ einen Wendepunkt mit zur 1. Achse paralleler Tangente. Ermittle eine Termdarstellung der Funktion f !

3.72 Unstehend ist der Graph einer Polynomfunktion f vom Grad 4 gezeichnet.

a) Ermittle eine Termdarstellung von f !



3.73 Das Drahtseil einer Materialseilbahn überbrückt einen Graben von 40 m Breite bei einem Höhenunterschied von 8 m. Die Form des Seils kann näherungsweise durch eine Polynomfunktion vom Grad 2 beschrieben werden. Im oberen Aufhängepunkt B ist das Seil unter 45° geneigt. Berechne das Maß α des Winkels, den das Seil im unteren Aufhängepunkt A mit der Horizontalen einschließt, sowie den maximalen „Durchhang“ d !

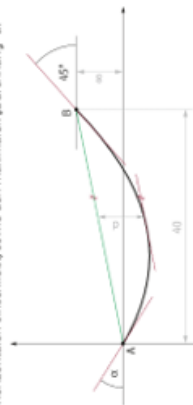
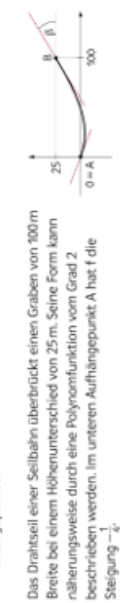


Abbildung 6.5: Erlernen/Anwenden mathematischer Strukturen – „Mathematik verstehen 7“

3.74 Die Form eines zwischen zwei gleich hohen Aufhängepunkten A und B verlaufenden Seils lässt sich annähernd durch eine Polynomfunktion vom Grad 2 beschreiben, wenn der „Durchhang“ d klein im Vergleich zur „Spannweite“ s ist. In nebenstehender Abbildung sei $s = 36$ und $d = 5$ (beides in Meter).

1) Berechne die Steigungen des Seils in den Aufhängepunkten A und B!
2) Berechne das Maß α der Winkel, die das Seil in den Aufhängepunkten A und B mit der Horizontalen einschließt!

3) Berechne den Betrag der Zugkraft Z in jeweils einem Aufhängepunkt, wenn das Gewicht des Seils $G = 500$ N (Newton) beträgt.
HINWEIS: Das Gewicht verteilt sich je zur Hälfte auf die beiden Aufhängepunkte.



3.75 Das Drahtseil einer Seilbahn überbrückt einen Graben von 100 m Breite bei einem Höhenunterschied von 25 m. Seine Form kann näherungsweise durch eine Polynomfunktion vom Grad 2 beschrieben werden. Im unteren Aufhängepunkt A hat f die Steigung $-\frac{1}{4}$.

1) Gib eine Termdarstellung dieser Polynomfunktion an!
2) An welcher Stelle ist das Seil am tiefsten und wie tief liegt es dort unter dem Aufhängepunkt A?
3) Ab welcher Stelle ist das Seil mindestens so hoch wie A?
4) Wie groß ist der Winkel β , unter dem das Seil im oberen Aufhängepunkt B zur Horizontalen geneigt ist?

Angabe von Bedingungen für Koeffizienten

3.76 Welche Bedingung müssen a , b und c erfüllen, damit die Ableitung der Polynomfunktion $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ mit $f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$ und $a \neq 0$

1) keine Nullstelle, 2) genau eine Nullstelle, 3) genau zwei Nullstellen hat?

3.77 Bestimme a so, dass die Stelle 6 eine lokale Extremstelle der Polynomfunktion $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ mit $f(x) = x^3 - (a - x)$ ist! Zeichne den Graphen von f ! Für welche $x \in \mathbb{R}$ ist $f(x) = 0$?

3.78 Für welche Werte von p und q hat der Graph der Polynomfunktion $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R} \mid x \mapsto x^3 + px + q$ 1) einen Hoch- und einen Tiefpunkt, 2) einen Terrassenpunkt, 3) weder lokale Extrempunkte noch Terrassenpunkte?

3.79 Welche Beziehung muss zwischen den Koeffizienten a , b und c bestehen, damit der Graph der Polynomfunktion $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ mit $f(x) = ax^3 + bx^2 + cx + d$ und $a \neq 0$ 1) lokale Extrempunkte, 2) einen Terrassenpunkt, 3) weder lokale Extrempunkte noch einen Terrassenpunkt besitzt?

3.80 Welche Bedingung müssen die Koeffizienten a und b der Polynomfunktion $f: \mathbb{R} \rightarrow \mathbb{R}$ mit $f(x) = ax^2 + bx^4$ und $a \neq 0$ erfüllen, damit f zwei Wendestellen hat?
HINWEIS: Überlege, dass der Graph von f symmetrisch zur 2. Achse ist und dass daher 0 keine Wendestelle von f sein kann!

Einer Fülle abstrakter Aufgaben steht eine überschaubare Anzahl an anwendungsorientierten Aufgaben gegenüber. Gerade beim Thema des Auffindens von Polynomfunktionen sind die Möglichkeiten der Anwendungsorientierung jedoch zahlreich, was die anderen beiden Werke auch zeigen.

6.3 Thema Mathematik 7

Die Besonderheit dieses Werks ist eine Aufteilung in zwei Bücher, eines für jedes Semester. Das Inhaltsverzeichnis ist allerdings in beiden Werken komplett angeführt und der für das jeweils andere Semester relevante Teil grau unterlegt. Neben der Auflistung der (Unter-)kapitel werden außerdem Seiten zum Testen des (Vor-)wissens, der Sprache der Mathematik, Themenseiten zu weiterführendem Stoff und Trainingsseiten zur Wiederholung, Überprüfung und Verknüpfung des bisher Erlernten geboten. Zudem gibt es einen Verweis auf den erweiterten Grundkompetenzkatalog am Ende der Bücher. Der Aufbau ist jedenfalls konsistent. Die Kapitelinhalte werden jeweils zu Beginn eines Kapitels durch Mindmaps präsentiert. Allerdings sind diese nicht immer vollständig. Zusammenfassungen fehlen sowohl am Anfang als auch am Ende der Kapitel. Eine Unterscheidung zwischen Aufgaben zu den Grundkompetenzen der Zentralmatura, jenen des Lehrplans und solchen, die über den Lehrplan hinausgehen, sind durch unterschiedliche Farbsättigung der Felder, in denen die Aufgabennummern stehen, gekennzeichnet. Durch den Aufbau muss nicht viel geblättert werden, da (bis auf die Seiten zu Trainings, Testen des Vorwissens etc.) auf einer Doppelseite jeweils die linke Seite mit Theorie und Musterbeispielen gefüllt ist, während auf der rechten Seite Aufgaben zu finden sind.

Wie bereits erwähnt, gibt es teilweise zu (Unter-)kapitelbeginn vor dem Einstieg in ein neues Thema Seiten, auf denen das Vorwissen getestet werden kann. Hier wird auch die Theorie des Themas, auf dem aufgebaut werden soll, wiederholt. Durch die „Teste dein Wissen“-Seiten am Kapitelende wird selbstständiges Arbeiten gefördert. Dies passiert jedoch, ohne Zugriff auf die Lösungen zu haben, wodurch die Lernenden auf eine Rückmeldung der Lehrperson angewiesen sind. Die Sozialformen, die innerhalb des Werks berücksichtigt werden,

sind Einzel- und Gruppenarbeit. Der Aufbau der einzelnen Kapitel erscheint logisch und behandelt zum Teil auch Präkonzepte bzw. Vorstellungen, welche nicht fachadäquat sind. Der Schwierigkeitsgrad der Aufgaben ist für die Schulstufe bewältigbar. Unterschiedliche Schwierigkeitsgrade sind grundsätzlich nicht als solche gekennzeichnet. Zum Teil kann festgehalten werden, dass Aufgabennummern mit höherer Farbsättigung im Hintergrund schwieriger sind als solche mit niedrigerer. Dies trifft allerdings nicht auf alle Aufgaben zu. Mit einer Aufgabenanzahl von 1156 wird den Lernenden eine breite Vielfalt an Übungsmöglichkeiten gegeben. Diese ergeben sich sowohl durch abstrakte Aufgabenstellungen als auch durch anwendungsbezogene, welche in einem angemessenen Verhältnis zueinander stehen. Der Technologieeinsatz wird bei nur 76 Aufgaben angegeben, was einem Prozentsatz von rund 7 % entspricht. Auf vereinzelt Seiten wird die Verwendung von GeoGebra und dem Casio Classpad II behandelt. Dazu kommen Verweise auf Screencasts in der kostenlosen Mediathek-App des Verlags.

Auch in diesem Werk werden die vier Handlungsdimensionen zur Gänze abgedeckt. Die Dimension „Argumentieren und Begründen“, welche in Abschnitt 6.1 zu kurz gekommen ist, wird hier sogar extra als Teil der „Sprache der Mathematik“-Seiten mit der Überschrift „Argumentieren, begründen, beweisen“ angeführt. Ebenso wird auf die Erreichung der Grundkompetenzen für die zentrale Reifeprüfung Wert gelegt, welche auch geeignet mit den Handlungsdimensionen verknüpft werden. Die 118 Teil-1-artigen und 17 Teil-2-artigen Aufgaben entsprechen rund 12 % aller im Werk vorkommenden Aufgaben. Verweise auf die Grundkompetenzen für die Zentralmatura gibt es zu Beginn eines jeden Unterkapitels sowie bei den als solche gekennzeichneten Teil-1-artigen Aufgaben. Dadurch, dass bei den Teil-2-artigen Aufgaben keine solche Kennzeichnung existiert, stehen die Schüler:innen hier – anders als in Abschnitt 6.2 – vor der Herausforderung, nicht genau zu wissen, welchem Teilbereich die Fragestellung zuzuordnen ist.

Durch die Beschränkung der Theorieteile inklusive Musterbeispielen auf eine Seite besteht hier nicht die Gefahr der Textlastigkeit, was auch den Adressat:innen zu Gute kommen kann. Die Schrift ist ebenfalls gut lesbar und Bilder und Texte sind sinnvoll aufeinander abgestimmt. Für die Verwendung der Bücher von Erwachsenen gelten dieselben Dinge wie in den Abschnitten 6.1 und 6.2.

Neben vereinzelt auftauchenden (Tipp-)Fehlern ist das Werk fachlich korrekt. Begrifflichkeiten werden akkurat eingeführt und konsistent weiterverwendet. Insgesamt ist der Inhalt in der zur Verfügung stehenden Zeit bewältigbar. Für eine individuelle Vertiefung stehen auch hier zusätzliche Inhalte zur Verfügung.

Zwar gibt es Begleitbände, welche auf der Rückseite beider Bücher beworben werden, Verweise darauf sind aber sonst nirgendwo zu finden. Allerdings finden sich Hinweise auf die bereits angesprochene Mediathek-App sowie auf Inhalte aus dem E-Book+ wie zum Beispiel interaktive Aufgaben. Videos sind in diesem Angebot nicht enthalten. Neben dem E-Book steht hier ebenfalls der gesamte Inhalt online gratis zur Verfügung, welcher durch die Funktion „Blick ins Produkt“ abgerufen werden kann. Der Lehrer:innenband besteht aus einem umfangreichen Serviceteil, welcher sich aus Konzepterklärung des Werks, Verweis auf Zusatzbände (zum Teil exklusiv für Lehrkräfte), Jahresplanung und einem Vorschlag für die Gestaltung des Schularbeitsstoffs für vier Schularbeiten zusammensetzt.

Auch bei diesem Werk ist eine gendergerechte Darstellung bei Texten, Bildern und Grafiken gegeben. Die Berücksichtigung der Lebenswelten der Schüler:innen gelingt ebenfalls zu einem großen Teil.

Die Unterscheidung zwischen Lehrplan, Zentralmatura und Erweiterungstoff (Item 2.4) tritt in diesem Schulbuch besonders stark hervor. Bei jeder einzelnen Aufgabe ist klar, in welche Kategorie diese fällt.

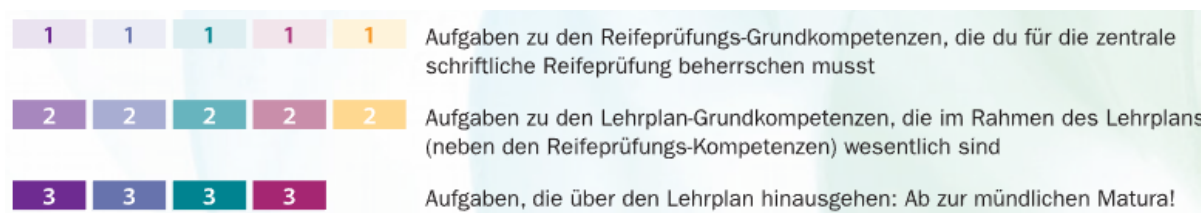


Abbildung 6.6: Erklärung der Aufgabenkategorien – „Thema Mathematik 7“

656 Berechne die erste Ableitung!

a) $f(x) = 3 \sin x$
b) $f(x) = -5 \cos x$
c) $f(x) = 3 \sin x + \cos x$
d) $f(x) = -2 \sin x + 4 \cos x$
e) $f(x) = x + \sin x$

657 Ordne jeder Winkelfunktion f die entsprechende Ableitungsfunktion (aus A bis F) zu.

$f(x) = 2 \sin x$	A $f(x) = -\cos x$
$f(x) = -\sin x$	B $f(x) = 2 \sin x$
$f(x) = 2 \cos x$	C $f(x) = -2 \sin x$
$f(x) = -2 \cos x$	D $f(x) = -\sin(2x)$
	E $f(x) = 2 \cos x$
	F $f(x) = \cos(2x)$

658 Berechne die erste Ableitung!

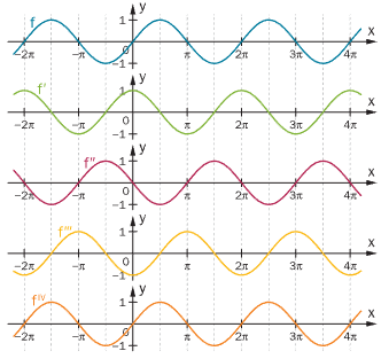
a) $f(x) = \sin^2 x$ b) $f(x) = \cos^2 x$
c) $f(x) = \sin x^2$ d) $f(x) = \cos x^3$
e) $f(x) = (\sin(3x))^2$ f) $f(x) = (\cos(4x))^3$
g) $f(x) = (-\sin(2x))^4$ h) $f(x) = (-3 \cos(5x))^5$
i) $f(x) = \sqrt{\sin x}$ j) $f(x) = \sqrt{\cos(2x)}$
k) $f(x) = 4 \sqrt{\sin(3x)}$ l) $f(x) = -2 \sqrt{\cos(5x)}$

659 Berechne die erste Ableitung!

a) $f(x) = 3 \sin x \cdot \cos x$
b) $f(x) = x^2 \cdot \cos x$
c) $f(x) = x \cdot \sin x + (\cos x)^2$
d) $f(x) = 3x \cdot \sin(x^2)$
e) $f(x) = \frac{\sin^2 x}{\cos x}$
f) $f(x) = \frac{x^2}{\sin(x^2 - 1)}$

660 Begründe mithilfe der Grafiken den nebenstehenden Zusammenhang!

$f(x) = \sin x$
 $f'(x) = \cos x$
 $f''(x) = -\sin x$
 $f'''(x) = -\cos x$
 $f^{IV}(x) = \sin x$



661 a) Bestimme die Ableitung der Cosinusfunktion durch grafisches Differenzieren.
b) Berechne mit der Quotientenregel die Ableitung der Tangensfunktionen. Verwende dazu folgenden Zusammenhang:
 $\tan x = \frac{\sin x}{\cos x}$

662 Berechne die erste Ableitung der Funktion f .

a) $f(x) = 3 \tan x$
b) $f(x) = -2 \tan x$
c) $f(x) = \tan(2x)$
d) $f(x) = 5 \tan(4x)$
e) $f(x) = \tan(x^2)$
f) $f(x) = \tan^2 x$
g) $f(x) = 3 \tan(4x^2)$

663 Berechne jene Stellen $x \in [0; 2\pi)$, für die die Ableitung den gegebenen Wert hat.

a) $f'(x) = 0,3$ für $f(x) = \sin x$
b) $f'(x) = -0,6$ für $f(x) = 2 \cos x$
c) $f'(x) = 0,9$ für $f(x) = \sin 2x$

664 Die folgenden Funktionsgleichungen beschreiben Sinuswellen und sinusähnliche Wellen, die in physikalischen Anwendungen auftreten. Stelle die Funktion grafisch dar und berechne die Ableitung nach x bzw. t !

a) Sinuswelle mit Wellenlänge $\lambda = 1$:
 $y = \sin(2\pi x)$

b) Sinuswelle mit allgemeiner Wellenlänge λ :
 $y = \sin(2\pi \cdot \frac{x}{\lambda})$
Wähle in der Grafik **1)** $\lambda = 2$ **2)** $\lambda = 4$.

c) Cosinuswelle mit Frequenz $f = 440$ Hz:
 $y = \cos(2\pi \cdot 440 t)$

d) Sinuswelle mit allgemeiner Frequenz f und Phasenverschiebung φ :
 $y = \sin(2\pi f t + \varphi)$
Wähle in der Grafik $f = 2$ und $\varphi = 0,2$.

665 Die folgenden Funktionsgleichungen beschreiben Sinus- und sinusähnliche Wellen, die in physikalischen Anwendungen auftreten. Stelle die Funktion grafisch dar und berechne die Ableitung nach x !

a) Beugungsmuster an einem engen Spalt:
 $y = \left(\frac{\sin x}{x}\right)^2$

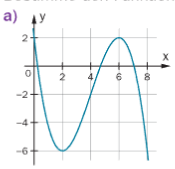
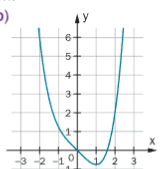
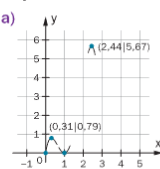
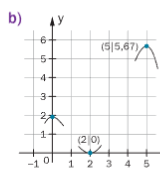
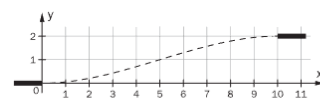
b) Anwachsende Schwingung (Resonanzkatastrophe):
 $y = x \cos x$

c) Rechtecksfunktion (genähert):
 $y = \frac{4}{\pi} \left[\sin x + \frac{1}{3} \sin 3x + \frac{1}{5} \sin 5x + \frac{1}{7} \sin 7x \right]$

Abbildung 6.7: Unterscheidung der Aufgabenkategorien – „Thema Mathematik 7“

Ein besonders negativer Aspekt sind die wenigen Aufgaben mit Technologieunterstützung (Item 4.5), welche immer wieder nur vereinzelt auftreten und die regelrecht gesucht werden müssen.

3. Polynomfunktionen und ihre Ableitungen E-Book PLUS

410	Der Graph einer Polynomfunktion f zweiten Grades geht durch den Ursprung und hat im Punkt $T = (4 8)$ ein lokales Maximum. 1) Kreuze die zutreffende(n) Aussage(n) an! 2) Ermittle die Termdarstellung von f.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td>$f(4) = 0$</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>$f'(4) = 0$</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>$f(4) = 8$</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>$f(0) = 0$</td> <td>☐</td> </tr> <tr> <td>$f''(4) = 0$</td> <td>☐</td> </tr> </tbody> </table>	$f(4) = 0$	☐	$f'(4) = 0$	☐	$f(4) = 8$	☐	$f(0) = 0$	☐	$f''(4) = 0$	☐
$f(4) = 0$	☐											
$f'(4) = 0$	☐											
$f(4) = 8$	☐											
$f(0) = 0$	☐											
$f''(4) = 0$	☐											
411	Der Graph einer Polynomfunktion f vom Grad 3 hat im Punkt $T = (3 -2)$ ein lokales Minimum. Der Wendepunkt hat die Koordinaten $(2 2)$. Begründe in Worten anhand einer Skizze, warum die folgenden Bedingungen gelten müssen! 1) $f'(3) = 0$ 2) $f''(2) = 0$ 3) $f(2) = 2$ 4) $f(3) = -2$											
412	Von einer Polynomfunktion 3. Grades weiß man, dass ihre Ableitung bei $x = -3$ und bei $x = 2$ null ist. Weiters liegen die Punkte $(-6 -18)$ und $(3 -4,5)$ am Funktionsgraphen. Wie lautet der Funktionsterm?											
413	Ermittle die Gleichung jenes Polynoms 3. Grades, dessen Funktionsgraph in $H = (0 5)$ ein lokales Maximum und in $P = (3 0)$ die Steigung -2 hat.											
414	Der Graph einer Polynomfunktion 3. Grades besitzt den Wendepunkt $W = (-2 1)$ und geht durch den Punkt $P = (0 3)$. In P hat die Funktion die Steigung 9. Bestimme den Funktionsterm!											
415	Ein Polynom 3. Grades hat bei $x = -1$ eine Wendestelle und bei $x = 1$ eine Extremstelle. Die Wendetangente hat die Gleichung $3x - 2y = -1$. Bestimme den Funktionsterm!											
416	Ein Polynom 3. Grades hat bei $x = 4$ einen Wendepunkt mit der Wendetangente $3x + 2y = 16$ und schneidet die x-Achse bei $x = 0$. Bestimme den Funktionsterm!											
417	Eine Polynomfunktion vom Grad 3 berührt die x-Achse an der Stelle $x = -2$. Außerdem hat die Funktion den Wendepunkt $W = (-1 2)$. Ermittle den Funktionsterm!											
418	Bestimme den Funktionsterm! a)  b) 											
419	Der Graph einer Polynomfunktion 4. Grades ist symmetrisch zur y-Achse und hat in $N = (0 0)$ eine Nullstelle und in $W = (1 -5)$ einen Wendepunkt. Wie lautet der Funktionsterm? Verwende den Symmetriesatz!											
420	Die Ergebnisse einer Messung wurden im Diagramm eingetragen. Gib eine geeignete Polynomfunktion vom Grad 4 an! a)  b) 											
421	Die Geschwindigkeit v (in m/s) eines Bungee-Jumpers in Abhängigkeit von der Zeit t (in s) lässt sich annähernd durch eine Polynomfunktion 4. Grades beschreiben. Der Fall dauert 6 Sekunden, die höchste Geschwindigkeit von 20 m/s wird nach der halben Fallzeit erreicht. Die Geschwindigkeit im tiefsten Punkt der Bewegung ist ein lokales Minimum. Ermittle den Funktionsterm für die Geschwindigkeit des Bungee-Jumpers und skizziere den Graphen!											
422	Die Geschwindigkeit v (in m/s) eines Rennwagens in Abhängigkeit von der Zeit t (in s) kann annähernd durch eine Polynomfunktion vom Grad 3 mit $v(t) = at^3 + bt^2 + ct + d$ beschrieben werden. Zum Zeitpunkt $t = 0$ beträgt die Geschwindigkeit 20 m/s und die Beschleunigung 1 m/s². Zwei Minuten danach kommt der Rennwagen zum Stillstand. In diesem Moment ist auch die Beschleunigung null. 1) Stelle ein Gleichungssystem zur Berechnung der Koeffizienten a, b, c und d auf! 2) Ermittle den Funktionsterm für die Geschwindigkeit des Rennwagens! 3) Berechne die Maximalgeschwindigkeit des Rennwagens!											
423	Ein Weg soll entlang einer horizontalen Strecke von 10 m einen Niveauunterschied von 2 m überwinden (siehe Abbildung).  Finde eine Polynomfunktion, die die gewünschten Eigenschaften hat!											

81

Abbildung 6.8: wenig Technologieunterstützung – „Thema Mathematik 7“

Wie zu sehen ist, gibt es auf dieser Seite nur eine Aufgabe mit einem Verweis auf Technologie. Dieser Verweis bezieht sich in diesem Fall auch „nur“ auf einen Screencast zum Erlernen von GeoGebra. Auch wenn das händische Lösen von Gleichungssystemen in 2 Variablen beherrscht werden soll, ist das bei Gleichungssystemen mit 3 oder 4 Variablen schon alleine wegen des zusätzlichen Aufwands hinterfragenswert. Unter anderem die Aufgabe 420 erfordert mit fehlender Technologie einen massiven Mehraufwand.

6.4 Vergleich der Schulbücher anhand der Analyse

6.4.1 Vorbemerkungen

Bei der Bewertung der einzelnen Items wurden die drei Bücher direkt miteinander verglichen, was beispielsweise bedeutet, dass sich schon alleine bei der Aufgabenanzahl eine Abstufung in der Bepunktung ergeben hat. Das soll nicht bedeuten, dass eine Bewertung mit vier Punkten automatisch als Bestmarke gilt und daher von keinem anderen Buch übertroffen werden kann. Es soll lediglich klarstellen, dass in diesem Vergleich vier Punkte vergeben wurden, da bestimmte Merkmale in größerer Anzahl vorhanden waren als bei den anderen Werken. Diese Tatsache wiederum hat nicht notwendigerweise automatisch zur Folge, dass bei der Analyse auf jeden Fall eines der drei Schulbücher bei einem Item die volle Punkteanzahl erhalten hat. War bei einem Buch ein Merkmal nicht zur Gänze vorhanden (wie zum Beispiel bei 2.3 „Zusammenfassungen am Kapitelanfang/-ende“), so wurde dafür auch nur ein entsprechender Anteil an Punkten vergeben.

Die Analyse der drei Werke wurde vom Autor dieser Arbeit, also von einer Einzelperson, durchgeführt. Daher kann es passieren, dass eine andere Person auch zu unterschiedlichen Ergebnissen kommen kann, was aber nicht die Bedeutung dieser Analyse in Frage stellen soll. Vielmehr wird darauf hingewiesen, dass trotz variierender Punktezahlen der Vergleich derselben Bücher zu ähnlichen Ergebnissen in der Abstufung der Anzahl der Punkte führen wird.

Bei der schnellen Analyse kann es zum Beispiel passieren, dass aufgrund der geringeren Ge-

samtpunkteanzahl die Ergebnisse näher beieinander liegen. Das muss aber ebenfalls nicht bedeuten, dass dieses Analyseinstrument deswegen wertlos ist, es soll lediglich einen groben Überblick verschaffen. Tut es das nicht, dann steht immer noch die volle Analyse zur Verfügung.

Für eine Bewertung mit Gewichtung wird empfohlen, von einer durchschnittlichen Gewichtung von 2 auszugehen und jene Items, welche als besonders wichtig bzw. unwichtig erscheinen, entsprechend mit 3 bzw. 1 zu gewichten. Eine weitere Empfehlung ist die Bewertung sowohl ohne als auch mit Gewichtung, um durch den Vergleich der erreichten Prozentsätze eine etwaige Tendenz zu einem Buch hin oder von einem Buch weg erkennen zu können.

6.4.2 Vergleich ohne Gewichtung

Zunächst wurden alle Bücher ohne spezielle Gewichtung bewertet, d.h. es konnten bis zu 144 Punkte bzw. bis zu 68 Punkte bei der schnellen Analyse erreicht werden. Diese Bewertungen sind im Detail in den Tabellen 7.6, 7.8 und 7.10 im Anhang zu finden. Der Vergleich ist in der folgenden Tabelle dargestellt:

	vollständige Analyse		schnelle Analyse	
	Punkte	Prozente	Punkte	Prozente
Dimensionen, Mathematik 7	113	78 %	53	78 %
Mathematik verstehen 7	118	82 %	54	79 %
Thema Mathematik 7	124	86 %	54	79 %

Tabelle 6.1: Vergleich dreier Werke – Beurteilungen ohne Gewichtung

Es wird deutlich, dass sämtliche Bücher mit einem hohen Prozentsatz bewertet wurden, wobei „Thema Mathematik 7“ am besten abgeschnitten hat. Betrachtet man die schnelle Analyse, so können kaum Unterschiede festgestellt werden.

6.4.3 Vergleich mit Gewichtung

Nachfolgend wurden beispielhaft drei Gewichtungen von den fiktiven Lehrkräften A, B und C vorgenommen:

Lehrkraft A hat das erste Dienstjahr vor sich und möchte eine Fülle an bereits ausgearbeiteten Unterlagen wie Begleitmaterialien verwenden. Zudem möchte diese:r Lehrer:in den Laptop im Unterricht einsetzen. Weiters soll das Werk gut strukturiert und fachadäquat sein.

Lehrkraft B unterrichtet bereits einige Jahre, hat bereits passende Unterrichtsmaterialien für sich herausgefiltert und legt viel Wert auf Aufgabengestaltung und methodische Gestaltung. Durch eigene Unterrichtsmaterialien sollen daher Struktur, Handlungsaspekte/Kompetenzorientierung, Gestaltung von Bild/Text und Begleitmaterialien/Onlineverfügbarkeit in den Hintergrund rücken.

Lehrkraft C ist mit dem momentan verwendeten Schulbuch unzufrieden, da es zu viele Fehler enthält und die Begriffe nicht konsistent genug weiterverwendet werden. Die Struktur, Gestaltung von Aufgaben bzw. Bild und Text und sonstige Aspekte sind dieser Lehrkraft nicht so wichtig.

Die möglichen Gewichtungen, welche von diesen drei Lehrkräften vorgenommen werden, könnten wie folgt aussehen:

	Gewichtungen		
Kategorie	A	B	C
Struktur	3	1	1
methodische Gestaltung	2	3	2
Aufgabengestaltung	2	2	1
Handlungsaspekte/Kompetenzorientierung	2	1	2
Gestaltung von Bild und Text	2	1	1
Fachadäquatheit	3	2	3
Begleitmaterialien/Onlineverfügbarkeit	3	1	2
Sonstiges	2	2	1

Tabelle 6.2: Beispiele unterschiedlicher Gewichtungen

Anmerkung: In diesen Beispielen wurden jeweils alle Items aus einer Kategorie mit der entsprechenden Gewichtung versehen. Der Beurteilungsraster ist aber selbstverständlich so zu verwenden, dass auch jedes Item einzeln gewichtet werden kann.

Aus der Tabelle 6.2 folgt für den Vergleich der Bücher (die größten Prozentsätze sind jeweils **fett** gedruckt):

	vollständige Analyse			schnelle Analyse		
Lehrkräfte	A	B	C	A	B	C
Dimensionen, Mathematik 7	78 %	83 %	81 %	79 %	80 %	82 %
Mathematik verstehen 7	83 %	81 %	85 %	80 %	76 %	83 %
Thema Mathematik 7	87 %	83 %	86 %	80 %	77 %	82 %

Tabelle 6.3: Vergleich dreier Werke – Beurteilungen mit Gewichtung

Bei der vollständigen Analyse ist zu erkennen, dass das Werk „Thema Mathematik 7“ bei den fiktiven Lehrkräften zwar immer noch am besten abschneidet. Der Unterschied der Bewertungen ist aber geringer geworden bzw. hat bei Lehrkraft B ebenso „Dimensionen, Mathematik 7“ am besten abgeschnitten. Ein Blick auf die schnelle Analyse ergibt in diesem Fall eine Tendenz in Richtung von Buchempfehlungen, wobei die Abstände der Prozentsätze auch hier zum Teil knapp sind.

Ein Vergleich zwischen den Prozentsätzen der Analyse ohne bzw. mit Gewichtung ergibt Folgendes:

	vollständige Analyse			schnelle Analyse		
Lehrkräfte	A	B	C	A	B	C
Dimensionen, Mathematik 7	± 0 %	+5 %	+3 %	+1 %	+2 %	+4 %
Mathematik verstehen 7	+1 %	−1 %	+3 %	+1 %	−3 %	+4 %
Thema Mathematik 7	+1 %	−3 %	± 0 %	+1 %	−2 %	+3 %

Tabelle 6.4: Vergleich dreier Werke – Änderung der Prozentsätze

In Tabelle 6.4 wird die Tendenz zu einem bestimmten Werk nach der Anpassung an die eigenen Präferenzen durch eine Gewichtung deutlich, weswegen, zusammen mit Tabelle 6.3, folgende Empfehlungen getroffen werden können:

Lehrkraft A: Thema Mathematik 7

Lehrkraft B: Dimensionen, Mathematik 7

Lehrkraft C: Mathematik verstehen 7

7 Konklusion, Ausblick und Grenzen der Arbeit

Um Oberstufenbücher im Fach Mathematik evaluieren und miteinander vergleichen zu können, ist es nötig, ein möglichst objektives Tool zur Verfügung zu haben, welches die Anforderungen an diese Lehrmittel ausreichend abdecken kann. Mit der Erstellung dieser Arbeit wurde versucht, einen Beitrag dazu zu leisten, aus bereits bestehenden Evaluationsinstrumenten ein auf aktuell verwendete Schulbücher zugeschnittenes Werkzeug dafür zu schaffen. Die Aktualität wurde durch das Miteinbeziehen von Themen wie der standardisierten Reifeprüfung und den Einsatz von Technologie geschaffen. Weiters konnten aus der Literatur über bereits bestehende Beurteilungsraster Inhalte extrahiert werden, welche sich seit Beginn von Lernmittelevaluationen bewährt bzw. weiterentwickelt haben, um dadurch einen Mix an Inhaltsbereichen zu schaffen, der für ein Schulbuch im Jahr 2023 angebracht ist.

Trotz des in dieser Arbeit entwickelten neuen Schulbuchrasters gibt es vielfältige Weiterentwicklungsmöglichkeiten. Zum einen stellt die Zentralmatura ab dem Schuljahr 2027/28 neue Herausforderungen sowohl für Schüler:innen als auch für Schulbuchautor:innen dar, da es durch einen technologiefreien Teil bei der abschließenden Klausurarbeit einiger Änderungen in der Herangehensweise an bestimmte Themen bedarf. Wer bis jetzt die Funktion $f(x) = \sin(x) \cdot x^3$ ausschließlich mithilfe von Technologie abgeleitet hat, sollte dies in Zukunft vermeiden.

Ein weiterer Punkt, den Beurteilungsraster weiter auszugestalten, ist eine grafische Darstellung der Ergebnisse durch die Schaffung eines entsprechenden Tools, wie es beispielsweise bei „levanto 3.0“ oder „KOS“ der Fall ist. Dafür kann bereits ein entsprechend vorbereitetes

Excel-File dienen. Dadurch kann auf unnötiges und wiederholtes Rechnen verzichtet werden und der Vergleich findet unmittelbar nach den Bewertungen statt.

Durch die Beschränkung auf AHS-Oberstufenbücher ist der Kreis derer, die diesen Evaluationsraster auch wirklich verwenden können, ein kleiner, weswegen eine Ausweitung auf BHS-Bücher wünschenswert wäre. Darüber hinaus können Überlegungen zur Anpassung auf die Unterstufe angestellt werden. Da der Technologieeinsatz im Mathematikunterricht durch das relativ neue Fach „Digitale Grundbildung“ inklusive Ausstattung der Schüler:innen mit digitalen Endgeräten in den letzten Jahren zu einem aktuelleren Thema geworden ist, lassen sich die entsprechenden Items einfach adaptieren.

Schlussendlich sollte beachtet werden, dass guter Unterricht nicht alleine durch ein passendes Schulbuch stattfinden kann. Die Lehrkraft ist ebenfalls ein entscheidendes Kriterium, das in dieser Arbeit bewusst nicht thematisiert wurde.

Anhang

Formulierung laut Grundkompetenzenkatalog	Inhalt laut Lehrplan	Klasse (Semester)
AG-R 1.1 Wissen über die Zahlenmengen, -bereiche $\mathbb{N}, \mathbb{Z}, \mathbb{Q}, \mathbb{R}, \mathbb{C}$ verständig einsetzen können	Mengen, Zahlen und Rechengesetze	5. und 7. Klasse (1./2. und 6. Semester)
AG-R 1.2 Wissen über algebraische Begriffe angemessen einsetzen können: Variablen, Terme, Formeln, (Un-)Gleichungen, Gleichungssysteme, Äquivalenz, Umformungen, Lösbarkeit	Mengen, Zahlen und Rechengesetze	5. Klasse (1./2. Semester)
AG-L 1.3 mit Aussagen und Mengen umgehen können	Mengen, Zahlen und Rechengesetze	5. Klasse (1./2. Semester)
AG-L 1.4 Zahlen in einem nichtdekadischen Zahlensystem darstellen können	Mengen, Zahlen und Rechengesetze	5. Klasse (1./2. Semester)
AG-L 1.5 komplexe Zahlen in der Gauß'schen Zahlenebene darstellen und mit komplexen Zahlen rechnen können	Komplexe Zahlen	7. Klasse (6. Semester)
AG-R 2.1 einfache Terme und Formeln aufstellen, umformen und im Kontext deuten können	Mengen, Zahlen und Rechengesetze	5. und 6. Klasse (1./2. und 3. Semester)
AG-R 2.2 lineare Gleichungen aufstellen, interpretieren, umformen/lösen und die Lösung im Kontext deuten können	Gleichungen und Gleichungssysteme	5. Klasse (1./2. Semester)
AG-R 2.3 quadratische Gleichungen in einer Variablen umformen/lösen, über Lösungsfälle Bescheid wissen, Lösungen und Lösungsfälle (auch geometrisch) deuten können	Gleichungen und Gleichungssysteme	5. Klasse (1./2. Semester)
AG-R 2.4 lineare Ungleichungen aufstellen, interpretieren, umformen/lösen, Lösungen (auch geometrisch) deuten können	Potenzen, Wurzeln und Logarithmen; Ungleichungen	6. Klasse (3. Semester)
AG-R 2.5 lineare Gleichungssysteme in zwei Variablen aufstellen, interpretieren, umformen/lösen, über Lösungsfälle Bescheid wissen, Lösungen und Lösungsfälle (auch geometrisch) deuten können	Gleichungen und Gleichungssysteme	5. Klasse (1./2. Semester)

AG-L 2.6 den Satz von Vieta kennen und anwenden können		
AG-L 2.7 lineare Gleichungssysteme in drei Variablen lösen können	Vektoren und analytische Geometrie in $\mathbb{R}^3$; Vektoren in $\mathbb{R}^n$	6. Klasse (4. Semester)
AG-L 2.8 den Fundamentalsatz der Algebra kennen und seine Bedeutung bei der Zahlenbereichserweiterung von $\mathbb{R}$ auf $\mathbb{C}$ erläutern können	Komplexe Zahlen	7. Klasse (6. Semester)
AG-R 3.1 Vektoren als Zahlentupel verständig einsetzen und im Kontext deuten können	Vektoren und analytische Geometrie in $\mathbb{R}^2$; Vektoren und analytische Geometrie in $\mathbb{R}^3$; Vektoren in $\mathbb{R}^n$	5. und 6. Klasse (1./2. und 4. Semester)
AG-R 3.2 Vektoren geometrisch (als Punkte bzw. Pfeile) deuten und verständig einsetzen können	Vektoren und analytische Geometrie in $\mathbb{R}^2$; Vektoren und analytische Geometrie in $\mathbb{R}^3$; Vektoren in $\mathbb{R}^n$	5. und 6. Klasse (1./2. und 4. Semester)
AG-R 3.3 Definitionen der Rechenoperationen mit Vektoren (Addition, Multiplikation mit einem Skalar, Skalarprodukt) kennen, Rechenoperationen verständig einsetzen und (auch geometrisch) deuten können	Vektoren und analytische Geometrie in $\mathbb{R}^2$; Vektoren und analytische Geometrie in $\mathbb{R}^3$; Vektoren in $\mathbb{R}^n$	5. und 6. Klasse (1./2. und 4. Semester)
AG-R 3.4 Geraden in $\mathbb{R}^2$ durch Parameterdarstellungen und Gleichungen, in $\mathbb{R}^3$ durch Parameterdarstellungen angeben und diese Darstellungen interpretieren können; Lagebeziehungen (zwischen Geraden und zwischen Punkt und Gerade) analysieren, Schnittpunkte ermitteln können	Vektoren und analytische Geometrie in $\mathbb{R}^2$; Vektoren und analytische Geometrie in $\mathbb{R}^3$; Vektoren in $\mathbb{R}^n$	5. und 6. Klasse (1./2. und 4. Semester)
AG-R 3.5 Normalvektoren in $\mathbb{R}^2$ aufstellen, verständig einsetzen und interpretieren können	Vektoren und analytische Geometrie in $\mathbb{R}^2$	5. Klasse (1./2. Semester)
AG-L 3.6 die geometrische Bedeutung des Skalarprodukts kennen und den Winkel zwischen zwei Vektoren ermitteln können	Vektoren und analytische Geometrie in $\mathbb{R}^2$	5. Klasse (1./2. Semester)

AG-L 3.7 Einheitsvektoren ermitteln, verständig einsetzen und interpretieren können	Vektoren und analytische Geometrie in $\mathbb{R}^2$	5. Klasse (1./2. Semester)
AG-L 3.8 Definition des vektoriellen Produkts und seine geometrische Bedeutung kennen	Vektoren und analytische Geometrie in $\mathbb{R}^3$; Vektoren in $\mathbb{R}^n$	6. Klasse (4. Semester)
AG-L 3.9 Wissen, wodurch Ebenen festgelegt sind; Ebenen in Parameter- und Normalvektordarstellung aufstellen können	Vektoren und analytische Geometrie in $\mathbb{R}^3$; Vektoren in $\mathbb{R}^n$	6. Klasse (4. Semester)
AG-R 4.1 Definitionen von Sinus, Cosinus und Tangens im rechtwinkligen Dreieck kennen und zur Auflösung rechtwinkliger Dreiecke einsetzen können	Trigonometrie	5. Klasse (1./2. Semester)
AG-R 4.2 Definitionen von Sinus und Cosinus für Winkel größer als 90° kennen und einsetzen können	Trigonometrie	5. Klasse (1./2. Semester)
AG-L 4.3 einfache Berechnungen an allgemeinen Dreiecken, an Figuren und Körpern (auch mittels Sinus- und Cosinussatz) durchführen können	Trigonometrie	5. Klasse (1./2. Semester)
AG-L 4.4 Polarkoordinaten kennen und einsetzen können	Trigonometrie	5. Klasse (1./2. Semester)
AG-L 5.1 Kegelschnitte in der Ebene durch Gleichungen beschreiben können; aus einer Kreisgleichung Mittelpunkt und Radius bestimmen können	Kreise, Kugeln, Kegelschnittslinien und andere Kurven	7. Klasse (5. Semester)
AG-L 5.2 die gegenseitige Lage von Kegelschnitt und Gerade ermitteln können	Kreise, Kugeln, Kegelschnittslinien und andere Kurven	7. Klasse (5. Semester)
AG-L 5.3 Kugeln durch Gleichungen beschreiben können	Kreise, Kugeln, Kegelschnittslinien und andere Kurven	7. Klasse (5. Semester)

Tabelle 7.1: Grundkompetenzen vs. Lehrplan – Algebra und Geometrie

Formulierung laut Grundkompetenzenkatalog	Inhalt laut Lehrplan	Klasse (Semester)
FA-R 1.1 für gegebene Zusammenhänge entscheiden können, ob man sie als Funktionen betrachten kann	Funktionen	5. Klasse (1./2. Semester)
FA-R 1.2 Formeln als Darstellung von Funktionen interpretieren und dem Funktionstyp zuordnen können	Funktionen	5. Klasse (1./2. Semester)
FA-R 1.3 zwischen tabellarischen und grafischen Darstellungen funktionaler Zusammenhänge wechseln können	Funktionen	5. Klasse (1./2. Semester)
FA-R 1.4 aus Tabellen, Graphen und Gleichungen von Funktionen Werte(paare) ermitteln und im Kontext deuten können	Funktionen	5. Klasse (1./2. Semester)
FA-R 1.5 Eigenschaften von Funktionen erkennen, nennen, im Kontext deuten und zum Erstellen von Funktionsgraphen einsetzen können: Monotonie(wechsel), lokale Extrema, Wendepunkte, Periodizität, Achsensymmetrie, asymptotisches Verhalten, Schnittpunkte mit den Achsen	Reelle Funktionen	6. Klasse (3. Semester)
FA-R 1.6 Schnittpunkte zweier Funktionsgraphen grafisch und rechnerisch ermitteln und im Kontext interpretieren können	Funktionen	5. Klasse (1./2. Semester)
FA-R 1.7 Funktionen als mathematische Modelle verstehen und damit verständlich arbeiten können	Funktionen	5. Klasse (1./2. Semester)
FA-R 1.8 durch Gleichungen (Formeln) gegebene Funktionen mit mehreren Veränderlichen im Kontext deuten können, Funktionswerte ermitteln können	Reelle Funktionen	6. Klasse (3. Semester)
FA-R 1.9 einen Überblick über die wichtigsten (unten angeführten) Typen mathematischer Funktionen geben, ihre Eigenschaften vergleichen können	Reelle Funktionen	6. Klasse (3. Semester)
Lineare Funktion $f(x) = k \cdot x + d$		
FA-R 2.1 verbal, tabellarisch, grafisch oder durch eine Gleichung (Formel) gegebene lineare Zusammenhänge als lineare Funktionen erkennen bzw. betrachten können; zwischen diesen Darstellungsformen wechseln können	Funktionen	5. Klasse (1./2. Semester)

FA-R 2.2 aus Tabellen, Graphen und Gleichungen linearer Funktionen Werte(paare) sowie die Parameter k und d ermitteln und im Kontext deuten können	Funktionen	5. Klasse (1./2. Semester)
FA-R 2.3 die Wirkung der Parameter k und d kennen und die Parameter in unterschiedlichen Kontexten deuten können	Funktionen	5. Klasse (1./2. Semester)
FA-R 2.4 wichtige Eigenschaften kennen und im Kontext deuten können: $f(x+1) = f(x) + k$; $\frac{f(x_2)-f(x_1)}{(x_2-x_1)} = k = [f'(x)]$	Funktionen; Grundlagen der Differentialrechnung anhand von Polynomfunktionen	5. und 7. Klasse (1./2. und 5. Semester)
FA-R 2.5 die Angemessenheit einer Beschreibung mittels linearer Funktion bewerten können	Funktionen	5. Klasse (1./2. Semester)
FA-R 2.6 direkte Proportionalität als lineare Funktion vom Typ $f(x) = k \cdot x$ beschreiben können	Funktionen	5. Klasse (1./2. Semester)
Potenzfunktion $f(x) = a \cdot x^z$ und Funktionen vom Typ $f(x) = a \cdot x^z + b$ mit $z \in \mathbb{Z} \setminus \{0\}$ oder $z = \frac{1}{2}$		
FA-R 3.1 verbal, tabellarisch, grafisch oder durch eine Gleichung (Formel) gegebene Zusammenhänge dieser Art als entsprechende Funktionen erkennen bzw. betrachten können; zwischen diesen Darstellungsformen wechseln können	Reelle Funktionen	6. Klasse (3. Semester)
FA-R 3.2 aus Tabellen, Graphen und Gleichungen dieser Funktionen Werte(paare) sowie die Parameter a und b ermitteln und im Kontext deuten können	Reelle Funktionen	6. Klasse (3. Semester)
FA-R 3.3 die Wirkung der Parameter a und b kennen und die Parameter im Kontext deuten können	Reelle Funktionen	6. Klasse (3. Semester)
FA-R 3.4 indirekte Proportionalität als Potenzfunktion vom Typ $f(x) = \frac{a}{x}$ (bzw. $f(x) = a \cdot x^{-1}$) beschreiben können	Funktionen; Reelle Funktionen	5. und 6. Klasse (1./2. und 3. Semester)
Polynomfunktion $f(x) = \sum_{i=0}^n a_i \cdot x^i$ mit $n \in \mathbb{N}$		
FA-R 4.1 typische Verläufe von Graphen in Abhängigkeit vom Grad der Polynomfunktion (er)kennen	Reelle Funktionen	6. Klasse (3. Semester)

FA-R 4.2 zwischen tabellarischen und grafischen Darstellungen von Zusammenhängen dieser Art wechseln können	Reelle Funktionen	6. Klasse (3. Semester)
FA-R 4.3 aus Tabellen, Graphen und Gleichungen von Polynomfunktionen Funktionswerte, aus Tabellen und Graphen sowie aus einer quadratischen Funktionsgleichung Argumentwerte ermitteln können	Funktionen; Reelle Funktionen	5. und 6. Klasse (1./2. und 3. Semester)
FA-R 4.4 den Zusammenhang zwischen dem Grad der Polynomfunktion und der Anzahl der (möglichen) Null-, Extrem- und Wendestellen wissen	Grundlagen der Differentialrechnung anhand von Polynomfunktionen	7. Klasse (5. Semester)
Exponentialfunktion $f(x) = a \cdot b^x$ bzw. $f(x) = a \cdot e^{\lambda \cdot x}$ mit $a, b \in \mathbb{R}^+, \lambda \in \mathbb{R} \setminus \{0\}$		
FA-R 5.1 verbal, tabellarisch, grafisch oder durch eine Gleichung (Formel) gegebene exponentielle Zusammenhänge als Exponentialfunktion erkennen bzw. betrachten können; zwischen diesen Darstellungsformen wechseln können	Reelle Funktionen	6. Klasse (3. Semester)
FA-R 5.2 aus Tabellen, Graphen und Gleichungen von Exponentialfunktionen Werte(paare) ermitteln und im Kontext deuten können	Reelle Funktionen	6. Klasse (3. Semester)
FA-R 5.3 die Wirkung der Parameter a und b bzw. λ kennen und die Parameter in unterschiedlichen Kontexten deuten können	Reelle Funktionen	6. Klasse (3. Semester)
FA-R 5.4 wichtige Eigenschaften ($f(x+1) = b \cdot f(x)$; $[e^x]' = e^x$) kennen und im Kontext deuten können	Reelle Funktionen; Erweiterungen und Exaktifizierungen der Differentialrechnung	6. und 7. Klasse (3. und 6. Semester)
FA-R 5.5 die Begriffe Halbwertszeit und Verdoppelungszeit kennen, die entsprechenden Werte berechnen und im Kontext deuten können	Reelle Funktionen	6. Klasse (3. Semester)
FA-R 5.6 die Angemessenheit einer Beschreibung mittels Exponentialfunktion bewerten können	Reelle Funktionen	6. Klasse (3. Semester)

Sinusfunktion, Cosinusfunktion		
FA-R 6.1 grafisch oder durch eine Gleichung (Formel) gegebene Zusammenhänge der Art $f(x) = a \cdot \sin(b \cdot x)$ als allgemeine Sinusfunktion erkennen bzw. betrachten können; zwischen diesen Darstellungsformen wechseln können	Reelle Funktionen	6. Klasse (3. Semester)
FA-R 6.2 aus Graphen und Gleichungen von allgemeinen Sinusfunktionen Werte(paare) ermitteln und im Kontext deuten können	Reelle Funktionen	6. Klasse (3. Semester)
FA-R 6.3 die Wirkung der Parameter a und b kennen und die Parameter im Kontext deuten können	Reelle Funktionen	6. Klasse (3. Semester)
FA-R 6.4 Periodizität als charakteristische Eigenschaft kennen und im Kontext deuten können	Reelle Funktionen	6. Klasse (3. Semester)
FA-R 6.5 wissen, dass $\cos(x) = \sin(x + \frac{\pi}{2})$	Reelle Funktionen	6. Klasse (3. Semester)
FA-R 6.6 wissen, dass gilt: $[\sin(x)]' = \cos(x), [\cos(x)]' = -\sin(x)$	Erweiterungen und Exaktifizierungen der Differentialrechnung	7. Klasse (6. Semester)
FA-L 7.1 Zahlenfolgen (insbesondere arithmetische und geometrische Folgen) durch explizite und rekursive Bildungsgesetze beschreiben und graphisch darstellen können	Folgen	6. Klasse (3. Semester)
FA-L 7.2 Zahlenfolgen als Funktionen über $\mathbb{N}$ bzw. $\mathbb{N}^*$ auffassen können, insbesondere arithmetische Folgen als lineare Funktionen und geometrische Folgen als Exponentialfunktionen	Folgen	6. Klasse (3. Semester)
FA-L 7.3 Definitionen monotoner und beschränkter Folgen kennen und anwenden können	Folgen	6. Klasse (3. Semester)
FA-L 7.4 Grenzwerte von einfachen Folgen ermitteln können	Folgen	6. Klasse (3. Semester)
FA-L 8.1 Endliche arithmetische und geometrische Reihen kennen und ihre Summen berechnen können	Reihen	6. Klasse (4. Semester)
FA-L 8.2 Den Begriff der Summe einer unendlichen Reihe definieren können	Reihen	6. Klasse (4. Semester)

FA-L 8.3 Summen konvergenter geometrischer Reihen berechnen können	Reihen	6. Klasse (4. Semester)
FA-L 8.4 Folgen und Reihen zur Beschreibung diskreter Prozesse in anwendungsorientierten Bereichen einsetzen können	Reihen	6. Klasse (4. Semester)

Tabelle 7.2: Grundkompetenzen vs. Lehrplan – Funktionale Abhängigkeiten

Formulierung laut Grundkompetenzenkatalog	Inhalt laut Lehrplan	Klasse (Semester)
AN-R 1.1 absolute und relative (prozentuelle) Änderungsmaße unterscheiden und angemessen verwenden können	Reelle Funktionen	6. Klasse (3. Semester)
AN-R 1.2 den Zusammenhang Differenzenquotient (mittlere Änderungsrate) – Differenzialquotient („momentane“ bzw. lokale Änderungsrate) auf der Grundlage eines intuitiven Grenzwertbegriffs kennen und diese Konzepte (verbal sowie in formaler Schreibweise) auch kontextbezogen anwenden können	Grundlagen der Differentialrechnung anhand von Polynomfunktionen	7. Klasse (5. Semester)
AN-R 1.3 den Differenzen- und Differenzialquotienten in verschiedenen Kontexten deuten und entsprechende Sachverhalte durch den Differenzen- bzw. Differenzialquotienten beschreiben können	Grundlagen der Differentialrechnung anhand von Polynomfunktionen	7. Klasse (5. Semester)
AN-L 1.4 Das systemdynamische Verhalten von Größen durch Differenzengleichungen beschreiben bzw. diese im Kontext deuten können	Differenzen- und Differentialgleichungen; Grundlagen der Systemdynamik	8. Klasse (7. Semester)
AN-L 1.5 Einfache Differentialgleichungen, insbesondere $f'(x) = k \cdot f(x)$, lösen können	Differenzen- und Differentialgleichungen; Grundlagen der Systemdynamik	8. Klasse (7. Semester)

AN-R 2.1 einfache Regeln des Differenzierens kennen und anwenden können: Potenzregel, Summenregel, Regeln für $[k \cdot f(x)]'$ und $[f(k \cdot x)]'$	Grundlagen der Differentialrechnung anhand von Polynomfunktionen	7. Klasse (5. Semester)
AN-L 2.2 Kettenregel kennen und anwenden können	Erweiterungen und Exaktifizierungen der Differentialrechnung	7. Klasse (6. Semester)
AN-R 3.1 die Begriffe Ableitungsfunktion und Stammfunktion kennen und zur Beschreibung von Funktionen einsetzen können	Grundlagen der Differentialrechnung anhand von Polynomfunktionen; Grundlagen der Integralrechnung	7. und 8. Klasse (5. und 7. Semester)
AN-R 3.2 den Zusammenhang zwischen Funktion und Ableitungsfunktion (bzw. Funktion und Stammfunktion) in deren grafischer Darstellung (er)kennen und beschreiben können	Grundlagen der Differentialrechnung anhand von Polynomfunktionen; Grundlagen der Integralrechnung	7. und 8. Klasse (5. und 7. Semester)
AN-R 3.3 Eigenschaften von Funktionen mithilfe der Ableitung(sfunktion) beschreiben können: Monotonie, lokale Extrema, Links- und Rechtskrümmung, Wendestellen	Grundlagen der Differentialrechnung anhand von Polynomfunktionen	7. Klasse (5. Semester)
AN-L 3.4 Zielfunktionen in einer Variablen für Optimierungsaufgaben (Extremwertaufgaben) aufstellen und globale Extremstellen ermitteln können	Grundlagen der Differentialrechnung anhand von Polynomfunktionen	7. Klasse (5. Semester)
AN-R 4.1 den Begriff des bestimmten Integrals als Grenzwert einer Summe von Produkten deuten und beschreiben können	Grundlagen der Integralrechnung	8. Klasse (7. Semester)
AN-R 4.2 einfache Regeln des Integrierens kennen und anwenden können: Potenzregel, Summenregel, $\int k \cdot f(x)dx$, $\int f(k \cdot x)dx$, bestimmte Integrale von Polynomfunktionen ermitteln können	Grundlagen der Integralrechnung	8. Klasse (7. Semester)

AN-R 4.3 das bestimmte Integral in verschiedenen Kontexten deuten und entsprechende Sachverhalte durch Integrale beschreiben können	Anwendungen und Exaktifizierungen der Integralrechnung	8. Klasse (7. Semester)
---	--	----------------------------

Tabelle 7.3: Grundkompetenzen vs. Lehrplan – Analysis

Formulierung laut Grundkompetenzenkatalog	Inhalt laut Lehrplan	Klasse (Semester)
WS-R 1.1 Werte aus tabellarischen und elementaren grafischen Darstellungen ablesen (bzw. zusammengesetzte Werte ermitteln, d.h. aus den Grafiken ablesbare Daten zur Berechnung weiterer Kennzahlen verwenden können) und im jeweiligen Kontext angemessen interpretieren können	Beschreibende Statistik	6. Klasse (4. Semester)
WS-R 1.2 Tabellen und einfache statistische Grafiken erstellen, zwischen Darstellungsformen wechseln können	Beschreibende Statistik	6. Klasse (4. Semester)
WS-R 1.3 statistische Kennzahlen (absolute und relative Häufigkeiten; arithmetisches Mittel, Median, Modus, Quartile, Spannweite, empirische Varianz/Standardabweichung) im jeweiligen Kontext interpretieren können; die angeführten Kennzahlen für einfache Datensätze ermitteln können	Beschreibende Statistik	6. Klasse (4. Semester)
WS-R 1.4 Definition und wichtige Eigenschaften des arithmetischen Mittels und des Medians angeben und nutzen, Quartile ermitteln und interpretieren können, die Entscheidung für die Verwendung einer bestimmten Kennzahl begründen können	Beschreibende Statistik	6. Klasse (4. Semester)
WS-R 2.1 Grundraum (Menge der möglichen Versuchsausgänge) und Ereignisse in angemessenen Situationen verbal bzw. formal angeben können	Wahrscheinlichkeit	6. Klasse (4. Semester)
WS-R 2.2 relative Häufigkeit als Schätzwert von Wahrscheinlichkeit verwenden und anwenden können	Wahrscheinlichkeit	6. Klasse (4. Semester)

WS-R 2.3 Wahrscheinlichkeiten unter der Verwendung der Laplace-Annahme (Laplace-Wahrscheinlichkeit) berechnen und interpretieren können, Additionsregel und Multiplikationsregel anwenden und interpretieren können	Wahrscheinlichkeit	6. Klasse (4. Semester)
WS-R 2.4 Binomialkoeffizienten berechnen und interpretieren können	Diskrete Wahrscheinlichkeitsverteilungen	7. Klasse (6. Semester)
WS-L 2.5 Bedingte Wahrscheinlichkeiten kennen, berechnen und interpretieren können	Wahrscheinlichkeit	6. Klasse (4. Semester)
WS-L 2.6 Entscheiden können, ob ein Ereignis von einem anderen Ereignis abhängt oder von diesem unabhängig ist	Wahrscheinlichkeit	6. Klasse (4. Semester)
WS-R 3.1 die Begriffe Zufallsvariable, (Wahrscheinlichkeits-)Verteilung, Erwartungswert und Standardabweichung verständlich deuten und einsetzen können	Diskrete Wahrscheinlichkeitsverteilungen	7. Klasse (6. Semester)
WS-R 3.2 Binomialverteilung als Modell einer diskreten Verteilung kennen – Erwartungswert sowie Varianz/Standardabweichung binomialverteilter Zufallsgrößen ermitteln können, Wahrscheinlichkeitsverteilung binomialverteilter Zufallsgrößen angeben können, Arbeiten mit der Binomialverteilung in anwendungsorientierten Bereichen	Diskrete Wahrscheinlichkeitsverteilungen	7. Klasse (6. Semester)
WS-R 3.3 Situationen erkennen und beschreiben können, in denen mit Binomialverteilung modelliert werden kann	Diskrete Wahrscheinlichkeitsverteilungen	7. Klasse (6. Semester)
WS-L 3.4 Normalapproximation der Binomialverteilung interpretieren und anwenden können	Stetige Wahrscheinlichkeitsverteilungen; beurteilende Statistik	8. Klasse (7. Semester)
WS-L 3.5 Mit der Normalverteilung, auch in anwendungsorientierten Bereichen, arbeiten können	Stetige Wahrscheinlichkeitsverteilungen; beurteilende Statistik	8. Klasse (7. Semester)

WS-L 4.1 Konfidenzintervalle als Schätzung für eine Wahrscheinlichkeit oder einen unbekannten Anteil p interpretieren (frequentistische Deutung) und verwenden können, Berechnungen auf Basis der Binomialverteilung oder einer durch die Normalverteilung approximierten Binomialverteilung durchführen können	Stetige Wahrscheinlichkeitsverteilungen; beurteilende Statistik	8. Klasse (7. Semester)
WS-L 4.2 Einfache Anteilstests durchführen können und ihr Ergebnis erläutern können	Stetige Wahrscheinlichkeitsverteilungen; beurteilende Statistik	8. Klasse (7. Semester)

Tabelle 7.4: Grundkompetenzen vs. Lehrplan – Wahrscheinlichkeit und Statistik

beschreibender Teil		
Bezeichnung und Item		Beschreibung
1.1a	Titel	Dimensionen, Mathematik 7
1.1b	Autor:innen	Mag. ^a Gabriele Bleier, Mag. ^a Judith Lindenberg, Mag. Andreas Lindner, Mag. ^a Dr. ⁱⁿ Evelyn Süss-Stepancik
1.1c	Schulstufe	11. Schulstufe
1.1d	Erscheinungsjahr	2019
1.1e	Auflage	1. Auflage
1.1f	Verlag	E. Dorner
1.2	Aufbau: spiralig oder linear	spiralig
1.3	Einführung über Handhabung bzw. Aufbau vorhanden?	ja
1.4	Es gibt die folgenden Begleitmaterialien zum Buch:	Dimensionen, Mathematik 7 – Lösungen Dimensionen, Mathematik 7 – Technologie-Tipps Dimensionen, Mathematik 7 – Schularbeiten-Trainer

Tabelle 7.5: Analyse von „Dimensionen, Mathematik 7“ – beschreibender Teil

bewertender Teil		Bewertung					Gewicht		
Bezeichnung und Item		0	1	2	3	4	1	2	3
<u>2.1</u>	Konsistenz im Aufbau					X			
2.2	Gliederung Inhaltsverzeichnis					X			
<u>2.3</u>	Zusammenfassungen am Kapitelanfang/-ende			X					
<u>2.4</u>	Unterscheidung Lehrplan, Zentralmatura, Erweiterung				X				
2.5	Vermeidung von unnötigem Blättern		X						
<u>3.1</u>	geeignete Anknüpfung an Vorwissen				X				
<u>3.2</u>	Förderung von selbstständigem Arbeiten					X			
<u>3.3</u>	Berücksichtigung verschiedener Sozialformen					X			
3.4	Übungsmöglichkeiten als Rückmeldefunktion vorhanden					X			
3.5	in sich stimmige Themen, z.B. durch systematischen Lernprozess					X			
3.6	Berücksichtigung von Präkonzepten					X			
<u>4.1</u>	angemessene Schwierigkeitsgrade und Kennzeichnung derselben			X					
<u>4.2</u>	ausreichende Anzahl und Vielfalt an Aufgaben			X					
4.3	Aufgaben zum Erlernen/Anwenden mathematischer Strukturen					X			
<u>4.4</u>	ausreichender Technologieeinsatz				X				
<u>5.1</u>	Abdeckung der vier Handlungsdimensionen				X				
<u>5.2</u>	Erreichung der Kompetenzen laut Grundkompetenzkatalog					X			
5.3	Verknüpfung der Kompetenz- und Handlungsbereiche				X				
<u>5.4</u>	ausreichende Anzahl an Teil-1- und Teil-2-Aufgaben			X					
5.5	Verweise auf die Grundkompetenzen für die Zentralmatura			X					
5.6	Förderung der Problemlösefähigkeit			X					
6.1	adressatengerechte sprachliche Gestaltung				X				
6.2	didaktisch sinnvoll aufeinander abgestimmte Bilder und Texte					X			
6.3	gut lesbare Schrift, passende Textlänge			X					
6.4	sprachlich auch für Erwachsene geeignet					X			
<u>7.1</u>	fachliche Korrektheit, Fehlerfreiheit				X				
7.2	einheitlich verwendete Begriffe (Wiedererkennungswert)					X			
<u>7.3</u>	adäquate Einführung und Weiterverwendung von Fachbegriffen					X			
7.4	bewältigbarer Inhalt					X			
<u>7.5</u>	Auswahlmöglichkeit durch mehr Inhalte					X			
8.1	Herstellung von Bezügen zu Begleitmaterialien				X				
8.2	Online-Zugänglichkeit				X				
8.3	Ausstattung des Lehrer:innenbands mit Planungshilfen		X						
<u>8.4</u>	Verweis auf interaktive Sequenzen (Übungen, Videos,...)				X				
9.1	gendergerechte Darstellung bei Texten, Bildern und Grafiken					X			
<u>9.2</u>	Berücksichtigung der Lebenswelten der Schüler:innen				X				

Tabelle 7.6: Analyse von „Dimensionen, Mathematik 7“ – bewertender Teil ohne Gewichtung
(unterstrichen ... Items zur Schnellanalyse)

beschreibender Teil		
Bezeichnung und Item		Beschreibung
1.1a	Titel	Mathematik verstehen 7
1.1b	Autor:innen	Univ.-Prof. Mag. Dr. Günther Malle, Hochschulprofessorin Mag. Dr. Maria Koth, Prof. Mag. Dr. Helge Woschitz, Prof. Mag. Sonja Malle, Prof. Mag. Dr. Bernhard Salzger, MMag. Dr. Andreas Ulovec
1.1c	Schulstufe	11. Schulstufe
1.1d	Erscheinungsjahr	2019
1.1e	Auflage	1. Auflage
1.1f	Verlag	ÖBV
1.2	Aufbau: spiralig oder linear	spiralig
1.3	Einführung über Handhabung bzw. Aufbau vorhanden?	ja
1.4	Es gibt die folgenden Begleitma- terialien zum Buch:	Mathematik verstehen 7 – Grundkompetenztraining Mathematik verstehen 7 – Technologietrainings Mathematik verstehen 7 – Lösungen

Tabelle 7.7: Analyse von „Mathematik verstehen 7“ – beschreibender Teil

bewertender Teil		Bewertung					Gewicht		
Bezeichnung und Item		0	1	2	3	4	1	2	3
<u>2.1</u>	Konsistenz im Aufbau					X			
2.2	Gliederung Inhaltsverzeichnis					X			
<u>2.3</u>	Zusammenfassungen am Kapitelanfang/-ende			X					
<u>2.4</u>	Unterscheidung Lehrplan, Zentralmatura, Erweiterung				X				
2.5	Vermeidung von unnötigem Blättern			X					
<u>3.1</u>	geeignete Anknüpfung an Vorwissen				X				
<u>3.2</u>	Förderung von selbstständigem Arbeiten				X				
<u>3.3</u>	Berücksichtigung verschiedener Sozialformen		X						
3.4	Übungsmöglichkeiten als Rückmeldefunktion vorhanden				X				
3.5	in sich stimmige Themen, z.B. durch systematischen Lernprozess					X			
3.6	Berücksichtigung von Präkonzepten					X			
<u>4.1</u>	angemessene Schwierigkeitsgrade und Kennzeichnung derselben			X					
<u>4.2</u>	ausreichende Anzahl und Vielfalt an Aufgaben				X				
4.3	Aufgaben zum Erlernen/Anwenden mathematischer Strukturen			X					
<u>4.4</u>	ausreichender Technologieeinsatz					X			
<u>5.1</u>	Abdeckung der vier Handlungsdimensionen					X			
<u>5.2</u>	Erreichung der Kompetenzen laut Grundkompetenzkatalog					X			
5.3	Verknüpfung der Kompetenz- und Handlungsbereiche					X			
<u>5.4</u>	ausreichende Anzahl an Teil-1- und Teil-2-Aufgaben					X			
5.5	Verweise auf die Grundkompetenzen für die Zentralmatura				X				
5.6	Förderung der Problemlösefähigkeit			X					
6.1	adressatengerechte sprachliche Gestaltung				X				
6.2	didaktisch sinnvoll aufeinander abgestimmte Bilder und Texte					X			
6.3	gut lesbare Schrift, passende Textlänge				X				
6.4	sprachlich auch für Erwachsene geeignet					X			
<u>7.1</u>	fachliche Korrektheit, Fehlerfreiheit					X			
7.2	einheitlich verwendete Begriffe (Wiedererkennungswert)					X			
<u>7.3</u>	adäquate Einführung und Weiterverwendung von Fachbegriffen					X			
7.4	bewältigbarer Inhalt					X			
<u>7.5</u>	Auswahlmöglichkeit durch mehr Inhalte					X			
8.1	Herstellung von Bezügen zu Begleitmaterialien				X				
8.2	Online-Zugänglichkeit					X			
8.3	Ausstattung des Lehrer:innenbands mit Planungshilfen				X				
<u>8.4</u>	Verweis auf interaktive Sequenzen (Übungen, Videos,...)				X				
9.1	gendergerechte Darstellung bei Texten, Bildern und Grafiken					X			
<u>9.2</u>	Berücksichtigung der Lebenswelten der Schüler:innen			X					

Tabelle 7.8: Analyse von „Mathematik verstehen 7“ – bewertender Teil ohne Gewichtung
(unterstrichen ... Items zur Schnellanalyse)

beschreibender Teil		
Bezeichnung und Item		Beschreibung
1.1a	Titel	Thema Mathematik 7
1.1b	Autor:innen	Dr. August Mistlbacher, Dr. Anita Dorfmayr, Mag. Katharina Sator-Wunsch, Mag. Michaela Zillner
1.1c	Schulstufe	11. Schulstufe
1.1d	Erscheinungsjahr	2020
1.1e	Auflage	2. Auflage
1.1f	Verlag	Veritas
1.2	Aufbau: spiralig oder linear	spiralig
1.3	Einführung über Handhabung bzw. Aufbau vorhanden?	ja
1.4	Es gibt die folgenden Begleitmaterialien zum Buch:	Thema Mathematik 7 – Kompetenztraining Thema Mathematik 7 – Schularbeiten Thema Mathematik 7 – Lösungen

Tabelle 7.9: Analyse von „Thema Mathematik 7“ – beschreibender Teil

bewertender Teil		Bewertung					Gewicht		
Bezeichnung und Item		0	1	2	3	4	1	2	3
<u>2.1</u>	Konsistenz im Aufbau					X			
2.2	Gliederung Inhaltsverzeichnis					X			
<u>2.3</u>	Zusammenfassungen am Kapitelanfang/-ende			X					
<u>2.4</u>	Unterscheidung Lehrplan, Zentralmatura, Erweiterung					X			
2.5	Vermeidung von unnötigem Blättern					X			
<u>3.1</u>	geeignete Anknüpfung an Vorwissen					X			
<u>3.2</u>	Förderung von selbstständigem Arbeiten			X					
<u>3.3</u>	Berücksichtigung verschiedener Sozialformen			X					
3.4	Übungsmöglichkeiten als Rückmeldefunktion vorhanden			X					
3.5	in sich stimmige Themen, z.B. durch systematischen Lernprozess					X			
3.6	Berücksichtigung von Präkonzepten				X				
<u>4.1</u>	angemessene Schwierigkeitsgrade und Kennzeichnung derselben				X				
<u>4.2</u>	ausreichende Anzahl und Vielfalt an Aufgaben					X			
4.3	Aufgaben zum Erlernen/Anwenden mathematischer Strukturen					X			
<u>4.4</u>	ausreichender Technologieeinsatz		X						
<u>5.1</u>	Abdeckung der vier Handlungsdimensionen					X			
<u>5.2</u>	Erreichung der Kompetenzen laut Grundkompetenzkatalog					X			
5.3	Verknüpfung der Kompetenz- und Handlungsbereiche					X			
<u>5.4</u>	ausreichende Anzahl an Teil-1- und Teil-2-Aufgaben				X				
5.5	Verweise auf die Grundkompetenzen für die Zentralmatura					X			
5.6	Förderung der Problemlösefähigkeit				X				
6.1	adressatengerechte sprachliche Gestaltung					X			
6.2	didaktisch sinnvoll aufeinander abgestimmte Bilder und Texte					X			
6.3	gut lesbare Schrift, passende Textlänge					X			
6.4	sprachlich auch für Erwachsene geeignet					X			
<u>7.1</u>	fachliche Korrektheit, Fehlerfreiheit				X				
7.2	einheitlich verwendete Begriffe (Wiedererkennungswert)					X			
<u>7.3</u>	adäquate Einführung und Weiterverwendung von Fachbegriffen					X			
7.4	bewältigbarer Inhalt					X			
<u>7.5</u>	Auswahlmöglichkeit durch mehr Inhalte					X			
8.1	Herstellung von Bezügen zu Begleitmaterialien			X					
8.2	Online-Zugänglichkeit					X			
8.3	Ausstattung des Lehrer:innenbands mit Planungshilfen					X			
<u>8.4</u>	Verweis auf interaktive Sequenzen (Übungen, Videos,...)				X				
9.1	gendergerechte Darstellung bei Texten, Bildern und Grafiken					X			
<u>9.2</u>	Berücksichtigung der Lebenswelten der Schüler:innen				X				

Tabelle 7.10: Analyse von „Thema Mathematik 7“ – bewertender Teil ohne Gewichtung
(unterstrichen ... Items zur Schnellanalyse)

Literaturverzeichnis

- Aebli, H. (1983). *Zwölf Grundformen des Lehrens: eine allgemeine Didaktik auf psychologischer Grundlage*. Klett-Cotta.
- Astleitner, H., Sams, J., und Thonhauser, J. (1998). Womit werden wir in Zukunft lernen? Schulbuch und CD-ROM als Unterrichtsmedien: ein kritischer Vergleich. *Perspectives in Science*.
- Bähr, Konstantin & Künzli, R. (1999). Lehrplan und Lehrmittel. *Einige Ergebnisse aus einem Projekt zur Lehrplanarbeit*. In: *ilz*, Seiten 4–7.
- Bamberger, R. (1998). *Zur Gestaltung und Verwendung von Schulbüchern: Mit besonderer Berücksichtigung der elektronischen Medien und der neuen Lernkultur*. ÖBV, Pädagog.-Verlag.
- Bleier, G., Lindenberg, J., Lindner, A., und Süss-Stepancik, E. (2017). Dimensionen, Mathematik 5. E. Dorner.
- Bleier, G., Lindenberg, J., Lindner, A., und Süss-Stepancik, E. (2018). Dimensionen, Mathematik 6. E. Dorner.
- Bleier, G., Lindenberg, J., Lindner, A., und Süss-Stepancik, E. (2019). Dimensionen, Mathematik 7. E. Dorner.
- BMB, Bundesministerium für Bildung, Lehrplangruppe Mathematik AHS Oberstufe (2016). Handreichung zum Lehrplan Mathematik 2016 Oberstufe AHS.
- BMBWF, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2021). Nationaler Bildungsbericht Österreich 2021.

- BMBWF, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2022a). Mathematische Grundkompetenzen für die SRP in Mathematik (AHS).
- BMBWF, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2022b). Neue Lehrpläne.
- BMBWF, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2022c). Schulbuchaktion.
- BMBWF, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2022d). Schulbuchlisten des Bundesministeriums für Bildung, Wissenschaft und Forschung (BMBWF) für das Aktionsjahr 2022/23.
- BMBWF, Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft und Forschung (2022e). SRP Mathematik (AHS): 3-Stufen-Plan zur Weiterentwicklung des Mathematik-Unterrichts und der Mathematik-Matura.
- Bölsterli, K., Wilhelm, M., und Rehm, M. (2015). Empirisch gewichtetes Schulbuchraster für den naturwissenschaftlichen kompetenzorientierten Unterricht. *Perspectives in Science*, 5:3–13.
- Bölsterli, K., Wilhelm, M., und Rehm, M. (2022). Kompetenzorientiertes Schulbuchraster.
- Bölsterli, K., Wilhelm, M., und Rehm, M. (2015). Empirisch gewichtetes Schulbuchraster für den naturwissenschaftlichen kompetenzorientierten Unterricht. *Perspectives in Science*, 5:3–13. SI Progress in Science Education 2015.
- Dorfmayr, A., Mistlbacher, A., Sator-Wunsch, K., und Zillner, M. (2018). Thema Mathematik 5. VERITAS.
- Dorfmayr, A., Mistlbacher, A., Sator-Wunsch, K., und Zillner, M. (2019). Thema Mathematik 6. VERITAS.
- Dorfmayr, A., Mistlbacher, A., Sator-Wunsch, K., und Zillner, M. (2020). Thema Mathematik 7. VERITAS.

- E. Dorner, V. (2021). Korrekturverzeichnis — Buchmanuskript und Lösungen.
- Fuchs, E., Niehaus, I., und Stoletzki, A. (2014). *Das Schulbuch in der Forschung: Analysen und Empfehlungen für die Bildungspraxis*, Band 4. Vandenhoeck & Ruprecht.
- Glatfeld, M. (1981). Aspekte zum Thema Schulbuch. *Das Schulbuch im Mathematikunterricht*, Seiten 145–154.
- Gräsel, C. (2010). Lehren und Lernen mit Schulbüchern – Beispiele aus der Unterrichtsforschung. In: Eckhardt Fuchs, Joachim Kahlert und Uwe Sandfuchs (Hg.). *Schulbuch konkret. Kontexte – Produktion – Unterricht.*, Seiten 137–148.
- Haggarty, L. und Pepin, B. (2002). An investigation of mathematics textbooks and their use in English, French and German classrooms: Who gets an opportunity to learn what? *British educational research journal*, 28(4):567–590.
- Heckt, D. (2005). Arbeitsblätter von allen Seiten. In: *Grundschule* 37, 12.
- Interkantonale Lehrmittelzentrale (2022). *levanto* 3.0.
- Kissling, W. (1995). „... *Die Jugend aus keinen anderen als den vorgeschriebenen Büchern unterweisen: das Hilfsmittel Schulbuch als historisches Medium staatlicher Unterrichtskontrolle.* na.
- Knecht, P. (2007). Pupils’ Criteria for Textbook Evaluation. A Pupil’s Perspective on Verbal Representation of Geographical Concepts in Geography Textbooks. *Peace, Democratization and Reconciliation in Textbooks and Educational Media*, Seiten 231–237.
- Knecht, P. und Najvarová, V. (2010). How do students rate textbooks?: A review of research and ongoing challenges for textbook research and textbook production. *Journal of Educational Media, Memory, and Society*, 2(1):1–16.
- Kühberger, C. und Mitnik, P. (2015). *Empirische Geschichtsschulbuchforschung in Österreich*. StudienVerlag.

- Luthiger, H., Wilhelm, M., und Wespi, C. (2014). Entwicklung von kompetenzorientierten Aufgabensets - Prozessmodell und Kategoriensystem. *Journal für LehrerInnenbildung*, Seiten 56–66.
- Malle, G., Koth, M., Woschitz, H., Malle, S., Salzger, B., und Ulovec, A. (2017). Mathematik verstehen 5. öbv, 1.
- Malle, G., Koth, M., Woschitz, H., Malle, S., Salzger, B., und Ulovec, A. (2018). Mathematik verstehen 6. öbv, 1.
- Malle, G., Koth, M., Woschitz, H., Malle, S., Salzger, B., und Ulovec, A. (2019). Mathematik verstehen 7. öbv, 1.
- McNaught, Melissa D & Tarr, J. E. und Sears, R. (2010). Conceptualizing and Measuring Fidelity of Implementation of Secondary Mathematics Textbooks: Results of a Three-Year Study. *Online Submission*.
- Rauch, M. (1988). Schulbücher für den Sachunterricht; dies.: Reutlinger Raster zur Analyse und Bewertung von Schulbüchern und Begleitmedien. In: Int. Schulbuchforschung 9.
- Reusser, K. (1999). KAFKA und SAMBA als Grundfiguren der Artikulation des Lehr-Lerngeschehens. *Aus: Skript zur Vorlesung Allgemeine Didaktik. Zürich: Pädagogisches Institut der Universität Zürich*.
- Rezat, S. (2009). *Das Mathematikbuch als Instrument des Schülers*. Springer.
- Rezat, S. (2012). Wie wählen Schülerinnen und Schüler Schulbuchinhalte aus? Ergebnisse zur selbstständigen Nutzung von Mathematikschulbüchern. In: Jörg Doll et al. (Hg.), *Schulbücher im Fokus. Nutzungen, Wirkungen und Evaluation*. Münster: Waxmann, 2012, 113– 129.
- RIS (2022a). Gesamte Rechtsvorschrift für Bildungsstandards im Schulwesen.
- RIS (2022b). Gesamte Rechtsvorschrift für Gutachterkommissionen zur Eignungserklärung von Unterrichtsmitteln.

- RIS (2022c). Gesamte Rechtsvorschrift für Lehrpläne allgemeinbildende höhere Schulen.
- RIS (2022d). Gesamte Rechtsvorschrift für Schulunterrichtsgesetz.
- Sandfuchs, U. (2006). Schulbücher in der Diskussion. In: Grundschule 38, 12.
- Sandfuchs, U. (2010). Schulbücher und Unterrichtsqualität – historische und aktuelle Reflexionen. In: Eckhardt Fuchs, Joachim Kahlert und Uwe Sandfuchs (Hg.), Schulbuch konkret. Kontexte – Produktion – Unterricht.
- Starauschek, E. (2003). Ergebnisse einer Schülerbefragung über Physikschulbücher. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 9(2003):135–146.
- Stöber, G. (2010). Schulbuchzulassung in Deutschland. Grundlagen, Verfahrensweisen und Diskussionen.
- Taylor, M. W. (2013). Replacing the ‘teacher-proof’ curriculum with the ‘curriculum-proof’ teacher: Toward more effective interactions with mathematics textbooks. *Journal of Curriculum Studies*, 45(3):295–321.
- van Steenbrugge, H., Valcke, M., und Desoete, A. (2013). Teachers’ views of mathematics textbook series in Flanders: Does it (not) matter which mathematics textbook series schools choose? *Journal of Curriculum Studies*, 45(3):322–353.
- Zimmermann, P. (1992). Mathematikbücher als Informationsquellen für Schülerinnen und Schüler.