

Anja Schiepe-Tiska • Stefan Krauss
Kristina Reiss • Doris Lewalter (Hrsg.)

PISA Ceco

Dokumentation der
Erhebungsinstrumente der
Begleitstudie zu PISA 2022.

Einblicke in den mathematisch-
naturwissenschaftlichen Unterricht



WAXMANN

Anja Schiepe-Tiska, Stefan Krauss,
Kristina Reiss, Doris Lewalter (Hrsg.)

PISA-Ceco – Dokumentation der Erhebungsinstrumente der Begleitstudie zu PISA 2022

Einblicke in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht



Waxmann 2025
Münster • New York

Zitieren als: Schiepe-Tiska, A., Krauss, S., Reiss, K., & Lewalter, D. (Hrsg.). (2025). *PISA-Ceco – Dokumentation der Erhebungsinstrumente der Begleitstudie zu PISA 2022. Einblicke in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht*. Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783818850692>

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

E-Book-ISBN 978-3-8188-5069-2
<https://doi.org/10.31244/9783818850692>

Das E-Book erscheint open access unter der CC-Lizenz CC BY 4.0 (Namensnennung).



Waxmann Verlag GmbH, 2025
Steinfurter Straße 555, Münster

www.waxmann.com
info@waxmann.com

Umschlag: Mario Moths, Marl

Vorwort

Die vorliegende Dokumentation präsentiert alle Erhebungsinstrumente der nationalen PISA-Begleitstudie PISA-Ceco¹: „Unterrichtsmerkmale, Unterrichtserleben und Unterrichtserfolg: Mehrdimensionale Bildungsziele und die Sicht der Beteiligten“. Die Studie wurde am Zentrum für internationale Vergleichsstudien (ZIB) – einem An-Institut der Technischen Universität München – koordiniert und im Rahmen der PISA-Erhebung 2022 durchgeführt. Als nationale Begleitstudie ergänzt PISA-Ceco die internationale PISA-Erhebung um vertiefte Analysen des Unterrichtsgeschehens in Deutschland und berücksichtigt dabei sowohl inhaltliche als auch strukturelle Besonderheiten des deutschen Bildungssystems.

Die Dokumentation richtet sich an Bildungsforscher*innen², Fachdidaktiker*innen, Lehrkräftebildner*innen sowie Akteure aus Bildungsadministration und -politik, die sich mit der Analyse von Unterrichtsprozessen, professioneller Kompetenz und Bildungszielen im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht befassen. Darüber hinaus kann sie auch für Schulen, Schulleitungen und Lehrkräfte eine Ressource darstellen, die Impulse für eine evidenzbasierte Unterrichtsentwicklung auf der Basis standardisierter Erhebungsinstrumente geben möchten – etwa durch Reflexion des eigenen Unterrichts oder schulinterne Fortbildungsinitiativen.

Mit dieser Veröffentlichung dokumentieren wir die in PISA-Ceco eingesetzten Messinstrumente systematisch und leisten damit einen Beitrag zur Weiterentwicklung einer empirisch fundierten, mehrdimensionalen und kompetenzorientierten Analyse von Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht. Die hier vorgestellten Instrumente stehen auch über PISA-Ceco hinaus für die wissenschaftliche Nutzung zur Verfügung. Rückmeldungen und Anregungen aus der Forschungspraxis sind ausdrücklich willkommen.

1 Classroom experience, characteristics and outcome: multidimensional educational goals and the views of students and teachers.

2 Die in diesem Skalenhandbuch angewandte gendergerechte Schreibweise beinhaltet, dass bevorzugt inklusive neutrale Formen und Kurzformen mit Gendersternchen verwendet werden.

Inhaltsübersicht

Einführung in die Begleitstudie PISA-Ceco: Kompetenzorientierung und mehrdimensionale Bildung im Unterricht	9
--	----------

Anja Schiepe-Tiska, Stefan Krauss, Kristina Reiss & Doris Lewalter

Kapitel 1: Kodierschema zur Aufgaben-Analyse in PISA-Ceco: Orientierung an den Bildungsstandards, motivationales Potenzial und Potenzial zur kognitiven Aktivierung	25
--	-----------

*Anna Heinle, Pia Todtenhöfer, Paula Dümig, Christina Lichtner,
Frank Reinhold, Kristina Reiss, Stefan Krauss, Knut Neumann
& Anja Schiepe-Tiska*

Kapitel 2: Fragebögen und Beobachtungsinstrumente in PISA-Ceco	139
---	------------

*Pia Todtenhöfer, Anna Heinle, Paula Dümig, Yifan Tang, Mirjam Weis,
Frank Reinhold, Doris Holzberger, Kristina Reiss, Doris Lewalter
& Anja Schiepe-Tiska*

Kapitel 3: Dokumentation der Erhebung des fachdidaktischen Wissens von Lehrkräften	209
---	------------

*Stefanie Hohenleitner, Nathalie Stegmüller, Arne Dittmer,
Christina Ehras, Knut Neumann, Stefan Sorge, Dustin Schiering,
Oliver Tepner, Victoria Telser, Benjamin Münch & Stefan Krauss*

Anja Schiepe-Tiska, Stefan Krauss, Kristina Reiss & Doris Lewalter

Einführung in die Begleitstudie PISA-Ceco: Kompetenzorientierung und mehrdimensionale Bildung im Unterricht

Inhalt

1. Hintergrund der Studie.....	13
2. Das Verständnis von Unterricht in PISA und PISA-Ceco	14
3. Forschungsziele und methodische Zugänge von PISA-Ceco zur Untersuchung kompetenzorientierten Unterrichts	15
4. Studiendesign und Stichprobe.....	17
5. Aufbau der Dokumentation.....	21
6. Literaturverzeichnis.....	22

1. Hintergrund der Studie

Die Teilnahme Deutschlands an PISA 2000 markierte einen bildungspolitischen Perspektivenwechsel – weg von einer reinen Inputsteuerung hin zu einer verstärkten Orientierung an Bildungszielen und Lernergebnissen (Outputsteuerung). In der Folge wurden Bildungsstandards entwickelt, die fachliche und überfachliche Kompetenzen beschreiben, die Schüler*innen bis zu bestimmten Bildungsetappen erworben haben sollen (KMK, 2010). Grundlage für das Kompetenzverständnis der Standards ist die Definition nach Weinert: Kompetenzen sind „die bei Individuen verfügbaren oder durch sie erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, um bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ (Weinert, 2002, S. 27).

Kompetenzorientierter Unterricht zielt daher nicht nur auf den Erwerb von (Fach-)Wissen und kognitiven Fertigkeiten, sondern auch auf die Entwicklung positiver schul- und fachbezogener Einstellungen, Werthaltungen und motivationaler Orientierungen (Schiepe-Tiska et al., 2016). Diese mehrdimensionalen Bildungsziele ermöglichen es Schüler*innen, positive Vorstellungen von der eigenen Person zu entwickeln, sich beruflich zu orientieren und ihre Beziehungen zu anderen und der Welt im Allgemeinen zu klären (Aktionsrat Bildung, 2015).

Die Umstellung auf kompetenzorientierte Lehrpläne eröffnet aus theoretischer Sicht neue Möglichkeiten, solche mehrdimensionalen Lernziele im Unterricht gezielt zu adressieren und sie stärker in den Fokus der professionellen Wahrnehmung von Lehrkräften zu rücken. Gleichzeitig schafft der Paradigmenwechsel verbindliche Orientierungsrahmen für alle Länder und Schulen, lässt aber zugleich pädagogische Gestaltungsspielräume offen, um die konkreten Wege zum Kompetenzerwerb kontextsensibel zu gestalten (KMK, 2010).

Insbesondere die Fächer Mathematik und Naturwissenschaften stehen im Fokus internationaler Vergleichsstudien wie PISA, da sie grundlegende Problemlöse- und Analysekompetenzen fördern, die für gesellschaftliche Teilhabe und berufliche Orientierung zentral sind (OECD, 2016; 2023; Reinhold et al., 2023; Schiepe-Tiska et al., 2015a). Vor allem der Fachunterricht bietet systematische Lerngelegenheiten zur Auseinandersetzung mit Mathematik und Naturwissenschaften und ist damit eine zentrale Stellschraube zur Förderung dieser Bildungsziele (vgl. Schiepe-Tiska et al., 2021).

Im schulischen Alltag treten mehrdimensionale Bildungsziele jedoch häufig in den Hintergrund (Schiepe-Tiska, 2019). Dies spiegelt sich auch in den Ergebnissen der letzten PISA-Erhebungen: Motivational-affektive Lernergebnisse wie etwa Freude und Interesse oder instrumentelle Motivation liegen in Deutschland vielfach im oder unter dem OECD-Durchschnitt und zeigen über mehrere Erhebungszyklen hinweg rückläufige Tendenzen (Diedrich et al., 2023a; Schiepe-Tiska & Schmidtner, 2013; Schiepe-Tiska et al., 2015b). Auch die mathematisch-naturwissenschaftlichen Kompetenzen der 15-jährigen Schüler*innen haben über mehrere Erhebungsunden hinweg kontinuierlich abgenommen (Diedrich et al., 2023b; Kastorff et al., 2023).

Diese Entwicklungen unterstreichen die Notwendigkeit, den Unterricht – insbesondere im Hinblick auf seine Gestaltung durch Lehrkräfte – verstärkt in den Fokus empirischer Forschung und schulischer Entwicklungsprozesse zu rücken. Lehrkräfte gestalten nicht nur den fachlichen Lernprozess, sondern beeinflussen auch das emotionale und motivationale Erleben von Schüler*innen maßgeblich mit. Um die Potenziale des Unterrichts für das Erreichen mehrdimensionaler Bildungsziele gezielt zu nutzen, bedarf es eines vertieften Verständnisses der Qualität unterrichtlicher Prozesse und ihrer Wirkmechanismen. Diese Überlegungen bilden den Aus-

gangspunkt für die Konzeption von PISA-Ceco – mit dem Ziel, Unterricht in seiner komplexen Wirksamkeit sichtbar und empirisch analysierbar zu machen.

2. Das Verständnis von Unterricht in PISA und PISA-Ceco

Die Realisierung mehrdimensionaler Bildungsziele setzt nicht nur bildungspolitische Impulse voraus, sondern erfordert vor allem eine fundierte Auseinandersetzung mit dem Unterricht selbst – als zentralem Ort schulischer Bildungsprozesse. Damit diese Ziele wirksam werden können, müssen sie in der konkreten Gestaltung von Lerngelegenheiten sichtbar werden – etwa durch Aufgaben, Interaktionen und Unterrichtsstrukturen, die kognitive, motivationale und soziale Aspekte des Lernens systematisch adressieren.

PISA-Ceco greift diesen Ansatz auf und knüpft an das Verständnis von Unterricht in PISA an, das sich an Modellen der internationalen Schuleffektivitätsforschung orientiert, konkret an den sogenannten Kontext-Input-Prozess-Ergebnismodellen (OECD, 2016). Diese Modelle unterscheiden zwischen Kontextmerkmalen (z. B. Schulform, Klassenzusammensetzung), Inputmerkmalen (z. B. Lehrkräftekompetenzen), Prozessmerkmalen (z. B. Unterrichtsqualität) und Ergebnismerkmalen (z. B. fachliche Kompetenzen, motivationale Orientierungen). Unterricht wird dabei als zentrales Prozessmerkmal verstanden – als inhaltsbezogene Interaktion zwischen Lehrenden und Lernenden –, ein Verständnis, das auch in der europäischen Unterrichtsforschungstradition verankert ist (Eickelmann et al., 2017; Klieme, 2013; Krauss et al., 2020; Oelkers & Reusser, 2008; Scheerens, 2004).

Um Unterricht systematisch erfassen und analysieren zu können, wird in der Unterrichtsforschung häufig auf etablierte didaktische Modelle zurückgegriffen, die komplexe Lehr-Lern-Prozesse theoriegeleitet strukturieren. Ein zentrales Modell ist das Didaktische Dreieck, das von Kurt Reusser als Schweizer Vertreter einer kognitionspsychologisch orientierten Didaktik entwickelt wurde. Es veranschaulicht die zentrale Triade von Lehrkraft, Lernenden und Lerngegenstand und dient als strukturierendes Analyseraster für unterrichtliche Interaktionen (Reusser, 2018).

Ergänzend hierzu greifen empirische Studien auf das Modell von Sicht- und Tiefenstrukturen zurück, das insbesondere in der deutschsprachigen Unterrichtsforschung etabliert ist (z. B. Klieme et al., 2009; Kunter & Trautwein, 2013; Praetorius et al., 2018; Seidel & Shavelson, 2007). In Anlehnung an beide Modelle lassen sich drei zentrale Gruppen von Unterrichtsmerkmalen unterscheiden: Unterrichtsinhalte (Lerngegenstand), unterrichtliche Praktiken und Methoden (Sichtstrukturen) sowie Tiefenstrukturen des Unterrichts, die die Qualität der Interaktionen zwischen Lehrkraft, Lernenden und Inhalt beschreiben.

Der Lerngegenstand bildet den fachspezifischen Kern des Unterrichts. In PISA wird er durch die Domänen Mathematik, Naturwissenschaften und Lesen konkretisiert. Sichtstrukturen beziehen sich auf beobachtbare Merkmale der Unterrichtsgestaltung – etwa eingesetzte Methoden, Sozialformen, Medien oder Organisationsformen. Tiefenstrukturen hingegen umfassen nicht direkt beobachtbare Prozesse der Lehr-Lern-Interaktion, die maßgeblich zur Wirksamkeit von Unterricht beitragen (vgl. z. B. Kunter & Trautwein, 2013). Sie gelten als zentrale Wirkmechanismen für fachliches und überfachliches Lernen – etwa durch die Unterstützung von Autonomie, Kompetenz und sozialer Eingebundenheit im Sinne der Selbstbestimmungstheorie (Ryan & Deci, 2000), die Förderung von Interesse im Sinne der Interessentheorie (Krapp, 2002), oder die Anregung unterschiedlicher Stufen der Lernmotivation (Ryan & Deci, 1985; 2000).

Ein theoretisch wie empirisch anschlussfähiges Rahmenmodell zur Beschreibung solcher Tiefenstrukturen ist das Konzept der drei Basisdimensionen: Klassenführung, konstruktive Unterstützung und kognitive Aktivierung (z. B. Klieme et al., 2009; Praetorius et al., 2018). Es wurde im Rahmen der ersten TIMSS-Videostudie¹ entwickelt (Klieme et al., 2001) und ist seither ein zentraler Referenzrahmen für die Analyse von Unterrichtsqualität im deutschsprachigen Raum. Dieses Modell kommt insbesondere dann zum Einsatz, wenn Unterrichtsqualität ökonomisch und mit vergleichsweise geringem Erhebungsaufwand erfasst werden soll – eine Eigenschaft, die es für groß angelegte Studien wie PISA-Ceco besonders attraktiv macht (Praetorius et al., 2018). In neueren Arbeiten wurde das Modell durch das Syntheseframework generischer Unterrichtsmerkmale systematisch weiterentwickelt (Praetorius et al., 2018, 2020), das über die drei Basisdimensionen hinaus weitere struktur- und prozessbezogene Qualitätsmerkmale integriert. PISA-Ceco orientiert sich explizit an der ursprünglichen Fassung der drei Basisdimensionen, da diese Konzeptualisierung empirisch gut validiert ist und für das Studiendesign eine pragmatische und theoriegeleitete Grundlage bietet.

Aufbauend auf diesem theoriegeleiteten Verständnis von Unterricht als strukturierter, interaktiver Prozess greift PISA-Ceco zentrale Konzepte der Unterrichtsforschung auf und erweitert es um eine dezidierte Perspektive auf motivational-affektive Prozesse – bei Schüler*innen wie auch bei Lehrkräften. Auf diese Weise erlaubt die Studie eine differenzierte Betrachtung des Unterrichts als sozialer, kognitiver und emotionaler Erfahrungsraum, in dem sich Lehr-Lern-Prozesse und Bildungserfahrungen wechselseitig bedingen.

Das Unterrichtsgeschehen wird dabei nicht als isolierter Kontext verstanden, sondern als zentrale Gestaltungsebene für das Erreichen mehrdimensionaler Bildungsziele. Untersucht wird dies anhand verschiedener Zugänge: durch die Analyse von Aufgaben, die Interaktion im Klassenzimmer sowie das subjektive Erleben der Beteiligten. Dieses multiperspektivische Verständnis wird in PISA-Ceco durch die Kombination zweier Erhebungsebenen umgesetzt: einer distalen Perspektive auf Unterricht, die auf standardisierte Befragungen und eingesammelte Materialien im Rahmen der PISA-Erhebung zurückgreift sowie einer proximalen Perspektive, die den konkreten Unterrichtsverlauf durch Beobachtungen und situierte Befragungen vor und nach einer ausgewählten Unterrichtsstunde erfasst. Die methodische Umsetzung dieser mehrschichtigen Perspektive wird im weiteren Verlauf detailliert beschrieben.

3. Forschungsziele und methodische Zugänge von PISA-Ceco zur Untersuchung kompetenzorientierten Unterrichts

PISA-Ceco untersucht den Zusammenhang zwischen einem, an mehrdimensionalen Kompetenzen orientierten Unterricht und dem Erreichen kognitiver sowie motivational-affektiver Bildungsziele im Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht in Deutschland. Ziel des Projekts ist es, zu beschreiben, inwieweit mehrdimensionale Bildungsziele in der Unterrichtsplanung von Lehrkräften Berücksichtigung finden und wie sich dies auf die Gestaltung eines kompetenzorientierten Unterrichts auswirkt.

1 Trends in International Mathematics and Science Study.

Darüber hinaus wird untersucht, in welchem Verhältnis die professionelle Kompetenz der Lehrkräfte, das von ihnen intendierte Unterrichtsangebot und das von Schüler*innen subjektiv wahrgenommene Angebot zueinanderstehen. Auf dieser Grundlage ermöglicht PISA-Ceco eine differenzierte Beschreibung des prototypischen Mathematik- und Naturwissenschaftsunterrichts in der neunten Jahrgangsstufe zur Zeit der PISA-Erhebung 2022.

Ein besonderer Fokus liegt auf der Verknüpfung von distaler und proximaler Unterrichtswahrnehmung im Zusammenhang mit motivational-affektiven Lernzielen. Die distale Perspektive wird über PISA 2022 sowie ergänzende standardisierte Erhebungen und die Analyse eingesammelter Prüfungsaufgaben im laufenden Schuljahr erfasst. Die proximale Ebene hingegen bezieht sich auf konkrete Unterrichtsbeobachtungen einer ausgewählten Unterrichtsstunde, die im Zeitraum der Haupterhebung von PISA 2022 stattfand sowie situierte Befragungen vor und nach der Stunde – ergänzt durch die Analyse der im Unterricht eingesetzten Lernaufgaben. Dabei wird auch das motivationale Potenzial von Aufgaben sowie deren Einbettung durch die Lehrkraft untersucht – Aspekte, die für das Erreichen mehrdimensionaler Bildungsziele eine zentrale Rolle spielen (vgl. Heinle et al., 2022).

PISA-Ceco liefert damit nicht nur mögliche Erklärungsansätze für die ernüchternden Ergebnisse der PISA-Erhebung 2022, sondern zeigt Potentiale auf, wie Unterrichtsentwicklung und Lehrkräftebildung gestaltet werden können, um kognitive und motivational-affektive Bildungsziele systematisch zu erreichen. Erste Ergebnisse aus PISA-Ceco wurden bereits im nationalen PISA-Berichtsband 2022 veröffentlicht (vgl. Schiepe-Tiska et al., 2023). Vertiefende Analysen und weiterführende theoretische Einordnungen erfolgen im Rahmen eines gesonderten Themenschwerpunkts der *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* (vgl. Schiepe-Tiska et al., in Vorbereitung, a).

PISA-Ceco knüpft dabei konzeptionell in Teilen an die Zielsetzung der PISA-Begleitstudie COACTIV (Kunter et al., 2011) an, die im Rahmen von PISA 2003 insbesondere die professionelle Kompetenz von Mathematiklehrkräften, ausgewählte Merkmale der Unterrichtsqualität sowie die kognitive Aktivierung durch Aufgaben untersuchte. Zwar wurde dort ein Längsschnitt realisiert, der auch die Lernentwicklung in den Blick nahm, direkte Beobachtungen des Unterrichts fanden jedoch nicht statt.

PISA-Ceco erweitert diesen Ansatz sowohl inhaltlich als auch methodisch: Neben Mathematik werden auch die Naturwissenschaften berücksichtigt; reale Unterrichtsstunden zur Zeit der PISA-Erhebung werden durch direkte Beobachtung erfasst und das situative Erleben der Lehrkräfte und Schüler*innen durch kurze Fragebögen vor und nach der Unterrichtsstunde erhoben. Darüber hinaus wurde das Analyseinstrument zur Aufgabenbewertung weiterentwickelt: Aufbauend auf dem COACTIV-Kategorienschema (Jordan et al., 2006) wird nicht nur die kognitive Aktivierung differenzierter erfasst und auf die Naturwissenschaften übertragen (vgl. Heinle et al., in Vorbereitung), sondern auch die Orientierung der Aufgaben an den Bildungsstandards sowie ihr motivationales Potenzial systematisch berücksichtigt (vgl. Schiepe-Tiska et al., in Vorbereitung, b). Auch bei der Auswahl der Skalen zur Erfassung der Unterrichtswahrnehmung wurde auf bewährte COACTIV-Instrumente zurückgegriffen (Baumert et al., 2009), die gezielt weiterentwickelt wurden, um eine theoriegeleitete und multiperspektivische Erfassung zu ermöglichen.

Damit trägt PISA-Ceco zur Weiterentwicklung der Unterrichtsforschung im Kontext internationaler Vergleichsstudien bei und eröffnet neue Einblicke in die Bedingungen für das Erreichen mehrdimensionaler Bildungsziele im Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht.

4. Studiendesign und Stichprobe

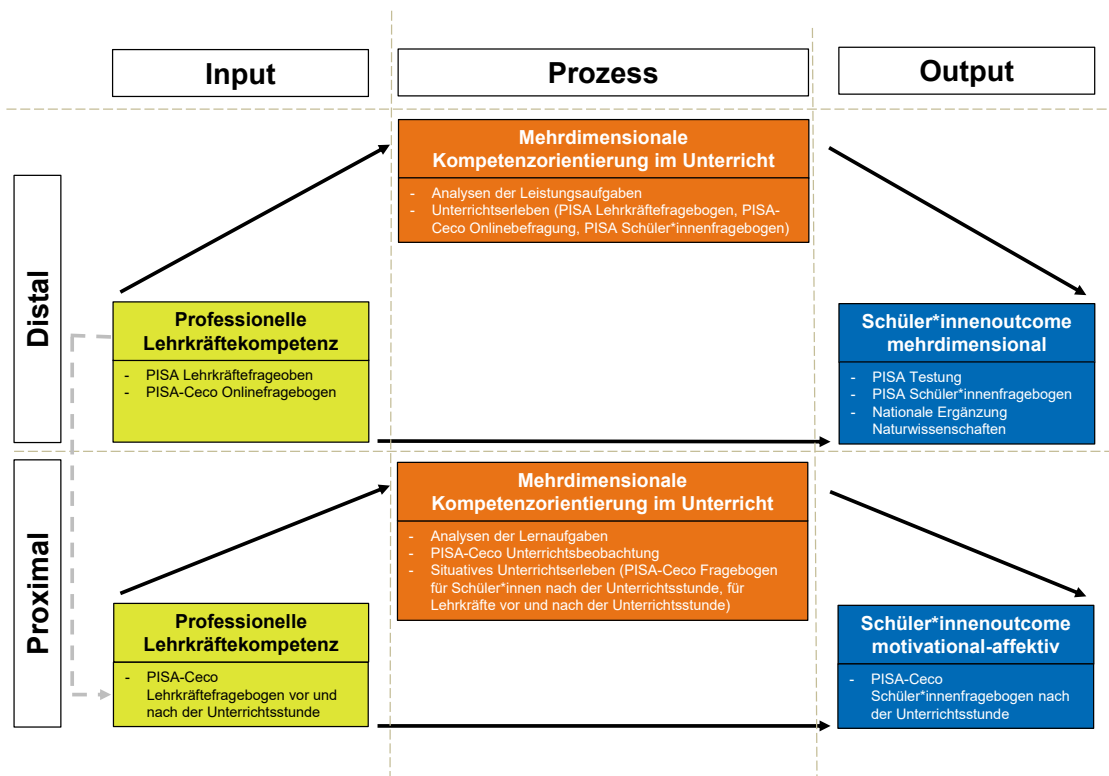


Abbildung 1: Studiendesign PISA-Ceco

Abbildung 1 zeigt das Studiendesign von PISA-Ceco und macht deutlich, an welchen Stellen das internationale Design der PISA 2022-Erhebung – mit Kompetenztests sowie Schüler*innen- und Lehrkräftebefragungen – durch zusätzliche Erhebungskomponenten auf der Input-, Prozess- und Outcome-Ebene erweitert wurde.

Die Erhebungen von PISA-Ceco fanden im Rahmen der nationalen PISA-Erhebung im Frühjahr des Schuljahres 2021/2022 statt. Die ergänzenden Erhebungen auf distaler Ebene wurden parallel zu den regulären PISA-Erhebungen durchgeführt. Das Testfenster für den Onlinefragebogen war von April bis Mitte Juni geöffnet. Die Unterrichtsbesuche fanden von Mitte Mai bis maximal zwei Wochen vor den Sommerferien statt.

Dies war in einer Phase, in der das Schuljahr 2021/2022 noch von pandemiebedingten Nachwirkungen geprägt war – etwa durch Maskenpflicht, Quarantäneregelungen und erhöhte Belastungen im Schulalltag. Diese besonderen Rahmenbedingungen sind bei der Interpretation der deskriptiven Ergebnisse zu berücksichtigen, da sie vermutlich sowohl die Teilnahmebereitschaft als auch die Unterrichtsgestaltung beeinflusst haben.

Ziel des erweiterten Studiendesigns war es, zentrale Merkmale eines an mehrdimensionalen Bildungszielen orientierten Unterrichts sowie dessen Bedingungen und mehrdimensionale Wirkungen empirisch zu erfassen. Dafür wurden verschiedene Datenquellen kombiniert, die sowohl die Perspektiven von Lehrkräften als auch von Schüler*innen berücksichtigen – auf einer distalen und einer proximalen Ebene. Ein Zugang erfolgte dabei über die systematische Analyse von Lernaufgaben (aus dem Unterricht) und Leistungsaufgaben (aus den schriftlichen Tests und Klassenarbeiten), die im ersten Kapitel dieser Dokumentation näher beschrieben werden (Heinle et al, 2025). Die zusätzlich eingesetzten Fragebögen werden im zweiten Kapitel der

Dokumentation vorgestellt (Todtenhöfer et al., 2025). Auf den Test zur Erfassung des fachdidaktischen Wissens der Lehrkräfte wird im dritten Kapitel eingegangen (Hohenleitner et al., 2025). Für Informationen zu den international eingesetzten Instrumenten verweisen wir auf das Skalenhandbuch zu PISA 2022 (Müller et al., 2025).

Zur Einordnung der PISA-Ceco-Stichprobe ist zunächst ein Überblick über die reguläre Stichprobenziehung von PISA 2022 erforderlich (vgl. Mang et al., 2023). Insgesamt wurden $N = 272$ Schulen ausgewählt, von denen $N = 257$ tatsächlich an der PISA-Erhebung teilnahmen. Jede teilnehmende Schule erstellte eine Liste aller Fünfzehnjährigen aus den Klassenstufen 7 und höher. Auf dieser Basis wurden 30 Fünfzehnjährige pro Schule zufällig für die Teilnahme an PISA 2022 ausgewählt. In einem zweiten Schritt wurden zwei vollständige neunte Klassen zufällig aus allen vorhandenen neunten Klassen der jeweiligen Schule bestimmt. Innerhalb dieser ausgewählten Klassen erfolgte anschließend ein dritter Ziehungsschritt: Ausgehend von den Klassenschüler*innenlisten wurden zunächst alle bereits für die PISA-Basisstichprobe gezogenen Schüler*innen entfernt. Aus dem verbleibenden Pool wurden dann jeweils 15 Schüler*innen pro Klasse zufällig ausgewählt. Diese Schüler*innen – ergänzt um jene Schüler*innen der PISA-Basisstichprobe, die in einer der ausgewählten neunten Klassen sind – bilden im klassenbasierten Datensatz von PISA 2022 eine sogenannte Klasse.

Für die Lehrkräftebefragung wurde die reguläre PISA-Schulstichprobe genutzt. Pro Schule wurden zehn Lehrkräfte, die Mathematik in der 9. und/oder 10. Jahrgangsstufe unterrichten, sowie 15 weitere Lehrkräfte, die andere Fächer (zum Beispiel die Naturwissenschaften) in diesen Jahrgangsstufen unterrichten, zufällig ausgewählt. Um den klassenbezogenen Kontext für PISA-Ceco abzubilden, wurden zusätzlich alle Lehrkräfte einbezogen, die eine der gezogenen neunten Klassen in Mathematik oder einem naturwissenschaftlichen Fach unterrichteten, sofern sie nicht bereits Teil der Zufallsstichprobe waren.

Im Rahmen von PISA-Ceco erhielten alle im PISA-Lehrkräftemodul erfassten Mathematik- und Naturwissenschaftslehrkräfte die Möglichkeit, an einer freiwilligen Onlinezusatzbefragung teilzunehmen (distale Ebene). Von den potenziell $N = 2898$ eingeladenen Lehrkräften ($N = 1498$ Mathematiklehrkräfte und $N = 1399$ Naturwissenschaftslehrkräfte) nahmen $N = 377$ Lehrkräfte teil. Um eine Verknüpfung mit dem klassenbasierten PISA 2022-Datensatz herzustellen, wurden nur jene Lehrkräfte berücksichtigt, die eine der beiden gezogenen neunten Klassen unterrichteten und im Onlinefragebogen dasselbe Fach angaben, wie es auch in der Lehrkraft-Ziehungsliste hinterlegt war. Diese Kriterien trafen auf $N = 153$ Lehrkräfte zu. Insgesamt konnten dadurch $N = 182$ Klassen einer teilnehmenden Lehrkraft zugeordnet werden. Diese Übereinstimmung der Fachangaben diente der Qualitätssicherung der Verknüpfung und stellte sicher, dass die Zuordnung zwischen Lehrkraft und Klasse auf konsistenten Informationen aus zwei unabhängigen Quellen basiert. Am Ende des Onlinefragebogens wurden die Lehrkräfte gebeten, ihre schriftlichen Prüfungsaufgaben (= alle bisher angekündigten schriftlichen Hauptprüfungsaufgaben) aus dem laufenden Schuljahr 2021/2022 hochzuladen. Insgesamt wurden dabei $N = 4911^2$ Analyseeinheiten von $N = 133$ Lehrkräften eingereicht.

Der Unterrichtsbesuch (proximale Ebene) richtete sich ausschließlich an die jeweils unterrichtende Mathematik- sowie eine Naturwissenschaftslehrkraft der beiden gezogenen PISA-Klassen. Insgesamt nahmen in $N = 52$ Schulen $N = 76$ neunte Klassen und deren $N = 101$ Mathematik- und/oder Naturwissenschaftslehrkräfte freiwillig an PISA-Ceco teil. Dabei kam es sowohl auf Lehrkräfte- als auch auf Klassenebene zu Mehrfacherhebungen: Einige Lehrkräfte unter-

2 Jede Teilaufgabe einer Prüfung (d.h. einer Klassenarbeit oder eines Tests) mit einem eigenständigen Arbeitsauftrag wurde als einzelne Analyseeinheit behandelt.

richteten beide gezogenen neunten Klassen in ihrem Fach und wurden daher doppelt besucht. Umgekehrt wurden auch einzelne Klassen doppelt einbezogen, wenn sowohl der Mathematik- als auch der Naturwissenschaftsunterricht derselben Klasse besucht wurde.

Im klassenbasierten PISA 2022-Datensatz sind pro Klasse lediglich 15 Schüler*innen (plus ggf. weitere aus der zufällig gezogenen Gruppe von 30 Jugendlichen pro Schule) erfasst. Für die Unterrichtsbesuche in PISA-Ceco wurde dieses Sample erweitert: Es nahm jeweils die gesamte Klasse an der Erhebung teil. Das bedeutet, auch Schüler*innen, die nicht zur offiziellen PISA 2022-Stichprobe gehörten, wurden in die Erhebung einbezogen. Für diese zusätzlichen Schüler*innen liegen ausschließlich die im Rahmen der Unterrichtsbesuche erhobenen Fragebogendaten vor – nicht jedoch weitere PISA-Daten wie Hintergrundmerkmale oder Kompetenzwerte.

Im Rahmen der Unterrichtsbesuche wurde eine prototypische Mathematik- oder Naturwissenschaftsstunde durch die Testleitung beobachtet. Lehrkräfte und Schüler*innen wurden anschließend zu ihrer Unterrichtswahrnehmung und ihrem situativen Erleben befragt ($N = 116$ Unterrichtsbesuche). Zusätzlich wurden alle Aufgaben eingesammelt, die in der beobachteten Stunde tatsächlich eingesetzt oder ursprünglich für den Einsatz vorgesehen waren – auch solche, die zum Beispiel aus Zeitgründen nicht mehr bearbeitet wurden ($N = 966$ Analyseeinheiten).

Einen Überblick über die im Rahmen von PISA-Ceco berücksichtigten Lehrkräfte und Schüler*innen, differenziert nach proximaler und distaler Ebene sowie nach unterrichtetem Fach, bietet Tabelle 1. Die Fachzuordnung der Lehrkräfte im Onlinefragebogen bezieht sich auf das Fach, zu dem sie den fachdidaktischen Wissenstest bearbeitet haben. Insgesamt $N = 55$ Lehrkräfte beendeten den Onlinefragebogen vor dem ersten Item des Wissenstests, sodass darüber keine eindeutige Fachzuordnung möglich war. Für diese Fälle wurde die Fachzugehörigkeit anhand der im Fragebogen enthaltenen Filterfragen sowie der Listungshinweise der IEA Hamburg rekonstruiert (für detaillierte Angaben zur Filterfunktion im Onlinefragebogen siehe Kapitel 3 in dieser Dokumentation, Hohenleitner et al., 2025). Aufgrund dessen sind in der Tabelle die eindeutigen (für $N = 322$ Lehrkräfte) und alle Lehrkräfte inklusive der rekonstruierten Fälle ($N = 377$) separat enthalten.

Tabelle 1: Stichprobe der teilnehmenden Lehrkräfte und Schüler*innen aus PISA-Ceco

	Unterrichtsbesuche – proximale Ebene N = 116			Onlinefragebogen – distale Ebene N = 322 N = 377	
	Lehrkräfte	Schüler*innen		Lehrkräfte	Lehrkräfte
Mathematik	50	905	Mathematik	150	182
Naturwissenschaften	66	1274	Naturwissenschaften	172	195 ³
Physik	24	438	Physik	50	54
Biologie	13	277	Biologie	64	71
Chemie	28	530	Chemie	58	63
Integrierte Naturwissenschaften	1	29	Integrierte Naturwissenschaften	-	6

Anmerkung: Lehrkräfte und Schüler*innen konnten mehrfach an Unterrichtsbesuchen teilnehmen, wenn eine Lehrkraft beide PISA-Klassen unterrichtete oder wenn der Mathematik- und der Naturwissenschaftsunterricht derselben Klasse beobachtet wurde. Die in der Tabelle ausgewiesenen Zahlen beziehen sich auf vollständig ausgefüllte Fragebögen, die für jeden Unterrichtsbesuch separat erhoben wurden.

Tabelle 2 fasst die Verteilung der eingereichten Analyseeinheiten zusammen. Sie zeigt, wie viele Lern- und Leistungsaufgaben in den verschiedenen Fachdomänen analysiert wurden. Die Aufgaben wurden jeweils für das Fach hochgeladen, zu dem die Lehrkräfte den fachdidaktischen Wissenstest bearbeitet hatten (Mathematik, Physik, Biologie oder Chemie; vgl. Kapitel 3 in dieser Dokumentation, Hohenleitner et al., 2025). Einige Lehrkräfte reichten darüber hinaus Aufgaben aus anderen Fächern ein, wie den integrierten Naturwissenschaften oder Natur und Technik (IT). Alle vorliegenden Aufgaben wurden in die Kodierungen einbezogen – auch wenn das Fach nicht mit dem Fach aus dem Wissenstest übereinstimmte.

Tabelle 2: Stichprobe der Analyseeinheiten

	Analyseeinheiten Lernaufgaben (N = 966)		Analyseeinheiten Leistungsaufgaben (N = 4911)
Mathematik	495	Mathematik	3247
Naturwissenschaften	471	Naturwissenschaften	1664
Physik	192	Physik	622
Biologie	56	Biologie	298
Chemie	200	Chemie	680
IT (Natur und Technik)	-	IT (Natur und Technik)	36
Integrierte Naturwissenschaften	23	Integrierte Naturwissenschaften	28

3 Eine Lehrkraft konnte keinem eindeutigen Fach aus den Naturwissenschaften zugeordnet werden, da sie sowohl Chemie als auch Physik in der Jahrgangsstufe 10 unterrichtete und eines der beiden Fächer für den Fachdidaktikwissenstest zugeteilt bekommen hätte.

5. Aufbau der Dokumentation

Die vorliegende Dokumentation gliedert sich in drei Abschnitte:

Kapitel 1 stellt das Kodierschema zur Analyse der Unterrichts- und Prüfungsaufgaben (bzw. Lern- und Leistungsaufgaben) vor. Aufgaben sind ein zentrales Element für die Gestaltung eines kompetenzorientierten Unterrichts, da sich aus ihrem Potenzial Rückschlüsse auf die Qualität des Unterrichts und die Gestaltung von Lerngelegenheiten ziehen lassen. Ihre Auswahl und Gestaltung liegen in der Verantwortung der Lehrkraft und sind eng mit deren professioneller Kompetenz verknüpft.

Kapitel 2 beschreibt die zusätzlich eingesetzten Fragebögen zur Erhebung distaler und proximaler Merkmale von Unterricht und mehrdimensionaler Bildungsziele sowie den Unterrichtsbeobachtungsbogen. Deskriptive Statistiken ermöglichen eine Einschätzung der Antwortverteilungen und der Datenqualität.

Kapitel 3 dokumentiert die vier neu entwickelten Tests zum fachdidaktischen Wissen in den Fächern Mathematik, Physik, Biologie und Chemie, die von den teilnehmenden Lehrkräften bearbeitet wurden. Die professionelle Handlungskompetenz von Lehrkräften wird in PISA-Ceco ebenfalls mehrdimensional verstanden: Sie umfasst neben dem fachdidaktischen Professionswissen auch motivationale Orientierungen und selbstregulative Fähigkeiten (Baumert & Kunter, 2006). Diese Aspekte werden in Kapitel 2 anhand der Fragebogenerhebungen dargestellt.

6. Literaturverzeichnis

- Aktionsrat Bildung. (2015). *Bildung. Mehr als Fachlichkeit: Gutachten*. Waxmann.
<https://doi.org/10.25656/01:14007>
- Baumert, J. & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469–520. <https://doi.org/10.1007/s11618-006-0165-2>
- Diedrich, J., Patzl, S., Seßler, S. & Reinhold, F. (2023a). Motivational-emotionale Orientierungen Fünfzehnjähriger bezüglich Mathematik in PISA 2022. Zwischen Anstrengung und Selbstbild. In D. Lewalter, J. Diedrich, F. Goldhammer, O. Köller & K. Reiss (Hrsg.), *PISA 2022: Analyse der Bildungsergebnisse in Deutschland* (S. 87–112). Waxmann.
<https://doi.org/10.31244/9783830998488>
- Diedrich, J., Reinhold, F., Heinze, A. & Reiss, K. (2023b). Mathematische Kompetenz in PISA 2022. Von Leistungsunterschieden und ihren Entwicklungen. In D. Lewalter, J. Diedrich, F. Goldhammer, O. Köller & K. Reiss (Hrsg.), *PISA 2022: Analyse der Bildungsergebnisse in Deutschland* (S. 53–84). Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830998488>
- Eickelmann, B., Gerick, J. & Koop, C. (2017). ICT use in mathematics lessons and the mathematics achievement of secondary school students by international comparison: Which role do school level factors play? *Education and Information Technologies*, 22(4), 1527–1551.
<https://doi.org/10.1007/s10639-016-9498-5>
- Heinle, A., Reinhold, F., Todtenhöfer, P., Holzberger, D & Schiepe-Tiska, A (in Vorbereitung). Generic and subject-specific dimensions of cognitive activation: Assessing the potential of cognitive activation in STEM tasks. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*.
- Heinle, A., Schiepe-Tiska, A., Reinhold, F., Heine, J.-H., & Holzberger, D. (2022). Supporting student motivation in class: The motivational potential of tasks. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 25(2), 453–470. <https://doi.org/10.1007/s11618-022-01090-3>
- Heinle, A., Todtenhöfer, P., Dümig, P., Lichtner, C., Reinhold, F., Reiss, K., Krauss, S., Neumann, K., & Schiepe-Tiska, A. (2025). Kodierschema zur Aufgaben-Analyse in PISA-Ceco: Orientierung an den Bildungsstandards, motivationales Potenzial und Potenzial zur kognitiven Aktivierung. In A. Schiepe-Tiska, S. Krauss, K. Reiss, & D. Lewalter (Hrsg.), *PISA-Ceco – Dokumentation der Erhebungsinstrumente der Begleitstudie zu PISA 2022. Einblicke in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht*. Waxmann.
- Hohenleitner, S., Stegmüller, N., Dittmer, A., Ehras, C., Neumann, K., Sorge, S., Schiering, D., Tepner, O., Telser, V., Münch, B., & Krauss, S. (2025). Dokumentation der Erhebung des fachdidaktischen Wissens von Lehrkräften. In A. Schiepe-Tiska, S. Krauss, K. Reiss, & D. Lewalter (Hrsg.), *PISA-Ceco – Dokumentation der Erhebungsinstrumente der Begleitstudie zu PISA 2022. Einblicke in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht*. Waxmann.
- Jordan, A., Ross, N., Krauss, S., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M., Löwen, K., Brunner, M. & Kunter, M. (2006). *Klassifikationsschema für Mathematikaufgaben: Dokumentation der Aufgabenkategorisierung im COACTIV-Projekt*. Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- Kastorff, T., Rönnebeck, S., Neumann, K., Seßler, S., Diedrich, J. & Schiepe-Tiska, A. (2023). Naturwissenschaftliche Kompetenz in PISA 2022 Entwicklungen und mögliche Herausforderungen. In D. Lewalter, J. Diedrich, F. Goldhammer, O. Köller & K. Reiss (Hrsg.), *PISA 2022: Analyse der Bildungsergebnisse in Deutschland*. Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830998488>
- Klieme, E. (2013). Qualitätsbeurteilung von Schule und Unterricht: Möglichkeiten und Grenzen einer begriffsanalytischen Reflexion – ein Kommentar zu Helmut Heid. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 16(2), 433–441. <https://doi.org/10.1007/s11618-013-0356-6>
- Klieme, E., Pauli, C. & Reusser, K. (2009). The Pythagoras study: Investigating effects of teaching and learning in Swiss and German mathematics classrooms. In T. Janik & T. Seidel (Hrsg.), *The power of video studies in investigating teaching and learning in the classroom* (S. 137–160). Waxmann.

- Klieme, E., Schümer, G. & Knoll, S. (2001). Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I: „Aufgabenkultur“ und Unterrichtsgestaltung. In E. Klieme & J. Baumert (Hrsg.), *TIMSS – Impulse für Schule und Unterricht. Forschungsbefunde, Reforminitiativen, Praxisberichte und Video-Dokumente*. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).
- KMK. (2010). Konzeption der Kultusministerkonferenz zur Nutzung der Bildungsstandards für die Unterrichtsentwicklung. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2010/2010_00_00-Konzeption-Bildungsstandards.pdf
- Krapp, A. (2002). An educational-psychological theory of interest and its relation to SDT. In E. L. Deci & R. M. Ryan (Hrsg.), *Handbook of self-determination research* (S. 405–427). University of Rochester Press.
- Krauss, S., Bruckmaier, G., Lindl, A., Hilbert, S., Binder, K., Steib, N. & Blum, W. (2020). Competence as a continuum in the COACTIV study: The „cascade model“. *ZDM*, 52(2), 311–327. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01151-z>
- Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S. & Neubrand, M. (Hrsg.). (2011). *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830974338>
- Kunter, M., & Trautwein, U. (2013). Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität: Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 397–413). Waxmann.
- Mang, J., Wagner, S., Gomolka, J. & Meinck, S. (2023). Stichprobenbeschreibung PISA 2022. In D. Lewalter, J. Diedrich, F. Goldhammer, O. Köller, & K. Reiss (Hrsg.), *PISA 2022: Analyse der Bildungsergebnisse in Deutschland*. (Online-Kapitel 12, S. 371–384). Waxmann.
- Müller, M., Teufele, L., Bias, A., Diedrich, J., González Rodríguez, E., González Uriarte, A., Heine, J.-H., Heinle, M., Kastorff, T., Mang, J., Patzl, S., Seßler, S., Todtenhöfer, P., Tupac-Yupanqui, A., Weis, M., Ziernwald, L. & Lewalter, D. (2025). *PISA 2022 Skalenhandbuch. Dokumentation der Erhebungsinstrumente*. Waxmann
- OECD. (2016). *PISA 2015 assessment and analytical framework: Science, reading, mathematics and financial literacy*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264255425-en>
- OECD. (2023). *PISA 2022 assessment and analytical framework*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/dfe0bf9c-en>.
- Oelkers, J. & Reusser, K. (Hrsg.). (2008). Qualität entwickeln, Standards sichern, mit Differenzen umgehen: Eine Expertise im Auftrag von vier Ländern. Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF).
- Praetorius, A.-K., Herrmann, C., Gerlach, E., Zülsdorf-Kersting, M., Heinitz, B., & Nehring, A. (2020). Unterrichtsqualität in den Fachdidaktiken im deutschsprachigen Raum – zwischen Generik und Fachspezifik. *Unterrichtswissenschaft*, 48(3), 409–446. <https://doi.org/10.1007/s42010-020-00082-8>
- Praetorius, A.-K., Klieme, E., Herbert, B. & Pinger, P. (2018). Generic dimensions of teaching quality: The German framework of Three Basic Dimensions. *ZDM*, 50(3), 407–426. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0918-4>
- Reinhold, F., Diedrich, J., Strohmaier, A. & Reiss, K. (2023): Mathematikkompetenz in einer durch Digitalisierung geprägten Welt. Die Rahmenkonzeption in PISA 2022. In D. Lewalter, J. Diedrich, F. Goldhammer, O. Köller & K. Reiss (Hrsg.), *PISA 2022: Analyse der Bildungsergebnisse in Deutschland*. Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830998488>
- Reusser, K. (2018). Allgemeine Didaktik – quo vadis?. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung* 36(3), 311–328. <https://doi.org/10.25656/01:18852>
- Ryan, R. M. & Deci, E. L. (1985). Intrinsic motivation and self-determination in human behaviour. Plenum.

- Ryan, R. M. & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68–78. <https://doi.org/10.1037/0003-066X.55.1.68>
- Scheerens, J. (2004). Perspectives on Education Quality, Education Indicators and Benchmarking. *European Educational Research Journal*, 3(1), 115–138. <https://doi.org/10.2304/eerj.2004.3.1.3>
- Schiepe-Tiska, A. (2019). School Tracks as Differential Learning Environments Moderate the Relationship Between Teaching Quality and Multidimensional Learning Goals in Mathematics. *Frontiers in Education*, 4(4). <https://doi.org/10.3389/educ.2019.00004>
- Schiepe-Tiska, A., Heinle, A., Dümig, P., Reinhold, F., & Reiss, K. (2021). Achieving multidimensional educational goals through standard-oriented teaching. An application to STEM education. *Frontiers in Education*, 6, Article 592165. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.592165>
- Schiepe-Tiska, A., Heine, J.-H., Lüdtke, O., Seidel, T. & Prenzel, M. (2016). Mehrdimensionale Bildungsziele im Mathematikunterricht und ihr Zusammenhang mit den Basisdimensionen der Unterrichtsqualität. *Unterrichtswissenschaft*, 44(3), 211–225.
- Schiepe-Tiska, A., Heinle, A., Todtenhöfer, P., Heine, J.-H., Reinhold, F., Krauss, S., Holzberger, D., Lewalter, D., & Reiss, K. (2023). Wie sieht der aktuelle Mathematikunterricht in Deutschland aus? Befunde aus PISA 2022 und PISA-Ceco. In D. Lewalter, J. Diedrich, F. Goldhammer, O. Köller, & K. Reiss (Hrsg.), *PISA 2022: Analyse der Bildungsergebnisse in Deutschland*. Münster: Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830998488>
- Schiepe-Tiska, A., Heinle, A., Todtenhöfer, P., Reinhold, F., Neumann, K. & Reiss, K. (in Vorbereitung, b). Lern- und Leistungsaufgaben im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht: Eine Analyse der Orientierung an Bildungsstandards und des motivationalen Potenzials im Fach- und Schulartvergleich *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*.
- Schiepe-Tiska, A., Reiss, K., Krauss, S., Lazarides, R. & Lewalter, D. (Hrsg.) (in Vorbereitung, a). Mehrdimensionale Kompetenzorientierung im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht – Ergebnisse aus PISA-Ceco 2022. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*.
- Schiepe-Tiska, A., Rönnebeck, S., Schöps, K., Neumann, K., Schmidtnr, S., Parchmann, I., & Prenzel, M. (2015a). Naturwissenschaftliche Kompetenz in PISA 2015–Ergebnisse des internationalen Vergleichs mit einem modifizierten Testansatz. In K. Reiss, C. Sälzer, A. Schiepe-Tiska, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2015. Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation* (S. 45–98). Waxmann.
- Schiepe-Tiska, A. & Schmidtnr, S. (2013). Mathematikbezogene emotionale und motivationale Orientierungen, Einstellungen und Verhaltensweisen von Jugendlichen in PISA 2012. In M. Prenzel, C. Sälzer, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2012. Fortschritte und Herausforderungen in Deutschland* (S. 99–121). Waxmann. <https://doi.org/10.25656/01:18838>
- Schiepe-Tiska, A., Simm, I. & Schmidtnr, S. (2015b). Motivationale Orientierungen, Selbstbilder und Berufserwartungen in den Naturwissenschaften in PISA 2015. In K. Reiss, C. Sälzer, A. Schiepe-Tiska, E. Klieme & O. Köller (Hrsg.), *PISA 2015. Eine Studie zwischen Kontinuität und Innovation* (S. 99–132). Waxmann.
- Seidel, T., & Shavelson, R. J. (2007). Teaching effectiveness research in the past decade: The role of theory and research design in disentangling meta-analysis results. *Review of Educational Research*, 77(4), 454–499. <https://doi.org/10.3102/0034654307310317>
- Todtenhöfer, P., Heinle, A., Dümig, P., Tang, Y., Weis, M., Reinhold, F., Holzberger, D., Reiss, K., Lewalter, D., & Schiepe-Tiska, A. (2025). Fragebögen und Beobachtungsinstrumente in PISA-Ceco. In A. Schiepe-Tiska, S. Krauss, K. Reiss, & D. Lewalter (Hrsg.), *PISA-Ceco – Dokumentation der Erhebungsinstrumente der Begleitstudie zu PISA 2022. Einblicke in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht*. Waxmann.
- Weinert, F. E. (2002). *Leistungsmessungen in Schulen* (2. unveränderte Auflage). Beltz.

Anna Heinle, Pia Todtenhöfer, Paula Dümig, Christina Lichtner, Frank Reinhold,
Kristina Reiss, Stefan Krauss, Knut Neumann & Anja Schiepe-Tiska

Kodierschema zur Aufgaben- Analyse in PISA-Ceco: Orientierung an den Bildungsstandards, motivationales Potenzial und Potenzial zur kognitiven Aktivierung

Inhalt

Vorwort.....	31
Teil I: Einführung.....	32
1. Die Rolle von Aufgaben in PISA-Ceco	32
2. Die Analyse von Aufgaben in PISA-Ceco	34
2.1 Die Orientierung von Aufgaben an den Bildungsstandards.....	34
2.2 Das motivationale Potenzial von Aufgaben	35
2.3 Das Potenzial zur kognitiven Aktivierung.....	38
2.4 Ergänzende Merkmale zur Aufgabenbeschreibung.....	40
3. Durchführung des Aufgabenratings in PISA-Ceco.....	44
3.1 Pilotierung des Aufgabenkodierschemas anhand von Schulbuch- und öffentlich zugänglichen Prüfungsaufgaben.....	44
3.1.1 Deduktive und induktive Kategorienbildung	44
3.1.2 Kodierschulung.....	45
3.2 Aufgabenrating der Hauptstudie	45
3.2.1 Reliabilität und Validität der Aufgabenkategorien.....	46
Teil II: Aufgabenkodierschema	51
1. Die Orientierung an den Kompetenzbereichen der Bildungsstandards.....	52
1.1 Fachkenntnisse.....	52
1.1.1 Mathematik	52
1.1.2 Physik.....	53
1.1.3 Biologie.....	54
1.1.4 Chemie	54
1.2 Fachmethoden.....	56
1.2.1 Mathematik	56
1.2.2 Physik	58
1.2.3 Biologie.....	59
1.2.4 Chemie	60
1.3 Kommunikation	61
1.3.1 Mathematik	61
1.3.2 Physik	62
1.3.3 Biologie.....	63
1.3.4 Chemie	64
1.4 Reflexion.....	65
1.4.1 Mathematik	65
1.4.2 Physik.....	66

1.4.3	Biologie.....	67
1.4.4	Chemie	68
2.	Das motivationale Potenzial von Aufgaben	70
2.1	Innere Differenzierung	70
2.1.1	Zielstruktur.....	70
2.1.2	Inhaltsstruktur	71
2.1.3	Prozessstruktur.....	72
2.1.4	Handlungsstruktur	72
2.1.5	Sozialstruktur.....	73
2.2	Lebensweltbezug.....	74
2.2.1	Konstruierter Lebensweltbezug	74
2.2.2	Authentischer Lebensweltbezug.....	74
2.2.3	Realer Lebensweltbezug	75
2.3	Autonomieunterstützung.....	76
2.3.1	Organisatorische Autonomieunterstützung	76
2.3.2	Prozedurale Autonomieunterstützung	77
2.3.3	Kognitive Autonomieunterstützung	77
2.3.4	Wahlmöglichkeiten von Beispielen	78
2.4	Kompetenzunterstützung.....	79
2.4.1	Feedback.....	79
2.4.2	Möglichkeit zur Präsentation der Kompetenz	80
2.4.3	Möglichkeit zur Vertiefung des Themas	81
2.5	Soziale Eingebundenheit.....	81
2.5.1	Partner- und Gruppenarbeit.....	81
2.5.2	Kommunikation im Klassenverband	82
3.	Das Potenzial zur kognitiven Aktivierung	84
3.1	Offenheit	84
3.1.1	Arbeitsauftrag	84
3.1.2	Lösung.....	84
3.1.3	Lösungsweg	85
3.2	Inhaltlich sprachliche Komplexität.....	86
3.3	Vorwissen	87
3.4	Argumentieren	87
3.5	Metakognition	88
3.6	Mathematisches Modellieren (fachspezifisch Mathematik)	89
3.6.1	Modellieren	89

3.6.2	Innermathematisches Problemlösen	90
3.7	Experimentieren (fachspezifisch Naturwissenschaften)	91
3.7.1	Bearbeitung eines dokumentierten Experiments.....	91
3.7.2	Gedankliche Entwicklung eines Experiments.....	92
3.7.3	Bearbeitung eines Demonstrationsexperiments.....	92
3.7.4	Durchführung eines Schülerexperiments	93
4.	Ergänzende Merkmale zur Aufgabenbeschreibung	95
4.1	Formale Zuordnung	95
4.1.1	Fachzuordnung.....	95
4.1.2	Aufgabenart	95
4.2	Sachstrukturen.....	95
4.2.1	Fachinhalte	95
4.2.1.1	Mathematik.....	95
a.	Zahl.....	95
b.	Messen	96
c.	Raum und Form	97
d.	Funktionaler Zusammenhang	98
e.	Daten und Zufall	99
4.2.1.2	Physik.....	100
a.	Materie.....	100
b.	Wechselwirkung.....	101
c.	System	101
d.	Energie	102
4.2.1.3	Biologie.....	103
a.	System.....	103
b.	Struktur und Funktion	104
c.	Entwicklung.....	105
4.2.1.4	Chemie	107
a.	Stoff-Teilchen-Beziehung	107
b.	Struktur-Eigenschaftsbeziehung.....	108
c.	Chemische Reaktionen.....	109
d.	Energetische Betrachtung bei Stoffumwandlungen.....	110
4.3	Schwierigkeitsgenerierende Merkmale von Aufgaben.....	111
4.3.1	Anforderungsbereiche	111
4.3.1.1	Mathematik.....	111
a.	Reproduktion	111

b. Anwendung	112
c. Transfer.....	113
4.3.1.2 Physik.....	115
a. Reproduktion	115
b. Anwendung	115
c. Transfer.....	117
4.3.1.2 Biologie.....	118
a. Reproduktion	118
b. Anwendung	119
c. Transfer.....	120
4.3.1.3 Chemie	121
a. Reproduktion	121
b. Anwendung	122
c. Transfer.....	123
4.3.2 Aufgabenklasse (fachspezifisch Mathematik)	124
4.3.2.1 Technisch	124
4.3.2.2 Rechnerisch	124
4.3.2.3 Begrifflich.....	125
4.3.3 Syntaktisch sprachliche Komplexität	126
4.4 Didaktische Aufgabenmerkmale	127
4.4.1 Materialbezug	127
4.4.1.1 Materialgebundenheit.....	127
4.4.1.2 Experimentelle Aufgabe	128
4.4.2 Selbsteinschätzung der eigenen Kompetenz	129
4.4.3 Eingekleidete Aufgabe (fachspezifisch Mathematik).....	130
4.4.4 Phänomen (fachspezifisch Naturwissenschaften).....	130
5. Literaturverzeichnis	132

Vorwort

Im Folgenden wird das Kodierschema zur Analyse von Mathematik- und Naturwissenschaftsaufgaben vorgestellt, das im Rahmen von PISA-Ceco entwickelt wurde. Ziel war es, das Unterrichtsangebot der PISA-Ceco Mathematik- und Naturwissenschaftslehrkräfte der 9. und 10. Jahrgangsstufe systematisch zu erfassen – insbesondere in Bezug auf (1) die Orientierung an den Kompetenzbereichen der Bildungsstandards, (2) das motivationale Potenzial sowie (3) das Potenzial zur kognitiven Aktivierung. Grundlagen der Analysen waren Lern- und Leistungsaufgaben aus dem Unterricht sowie aus Prüfungen.

Das vorliegende Kapitel beschreibt die Rolle von Aufgaben im Kontext von PISA-Ceco, skizziert die Entwicklung des Kodierschemas und stellt die Analysekategorien dar. Jede Kategorie wird dabei mit ihrer theoretischen Verankerung beschrieben und durch Beispiele konkretisiert. Nach einer sorgfältigen Pilotierung diente das Schema als Entscheidungsgrundlage für den Ratingprozess in PISA-Ceco.

Die Entwicklung des Aufgabenkodierschemas erfolgte in einem mehrschrittigen Verfahren. Grundlage war eine umfassende Sichtung fachdidaktischer, allgemeindidaktischer sowie pädagogisch-psychologischer Fachliteratur. Daraus wurden zentrale Klassifikationskriterien abgeleitet, für die spezifischen Anforderungen von PISA-Ceco angepasst und weiterentwickelt. In der Mathematik bauten wir insbesondere auf das COACTIV-Kodierschema von Jordan et al. (2006) zur Erfassung des Potenzials kognitiver Aktivierung auf. Darüber hinaus fanden auch Impulse aus den Arbeiten von Blum et al. (2010), Blömeke et al. (2006), Bohl et al. (2013), Kassirra und Rausch (2016), Kühn (2010) und Maier et al. (2010) Berücksichtigung. Die Auswahl der Referenzen stellt dabei einen theoriegeleiteten, anwendungsorientierten Zugang dar und erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit gegenüber der Vielzahl bestehender Kodieransätze.

Teil I: Einführung

1. Die Rolle von Aufgaben in PISA-Ceco

Kernstück des Unterrichts sind die Inhalte – also die Lerngegenstände, mit denen sich Schüler*innen¹ aktiv auseinandersetzen (z. B. Reusser, 2014). Im Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht werden diese Inhalte vorrangig über Aufgaben vermittelt, die Lehrkräfte gezielt einsetzen, um Lernprozesse anzuregen (Hill & Charalambous, 2012; Neubrand, 2002; Reiss & Hammer, 2021).

Aufgaben nehmen im Unterricht grundsätzlich eine zentrale Vermittlungsfunktion ein. Sie sind Teil des Unterrichtsangebotes und wirken als Bindeglied zwischen der professionellen Kompetenz der Lehrkräfte und den individuellen Lernprozessen sowie den mehrdimensionalen Lernertträgen der Schüler*innen (vgl. Jordan et al., 2006, Abb. 1). Ihre Analyse erlaubt eine differenzierte Beschreibung des Unterrichtsangebots. Darüber hinaus zeigen Forschungsergebnisse, dass sich aus der Art der eingesetzten Aufgaben Rückschlüsse auf die Unterrichtsqualität ziehen lassen (Martínez et al., 2012; Matsumura et al., 2002). Abbildung 1 zeigt die Verortung von Aufgaben im Studiendesign von PISA-Ceco.

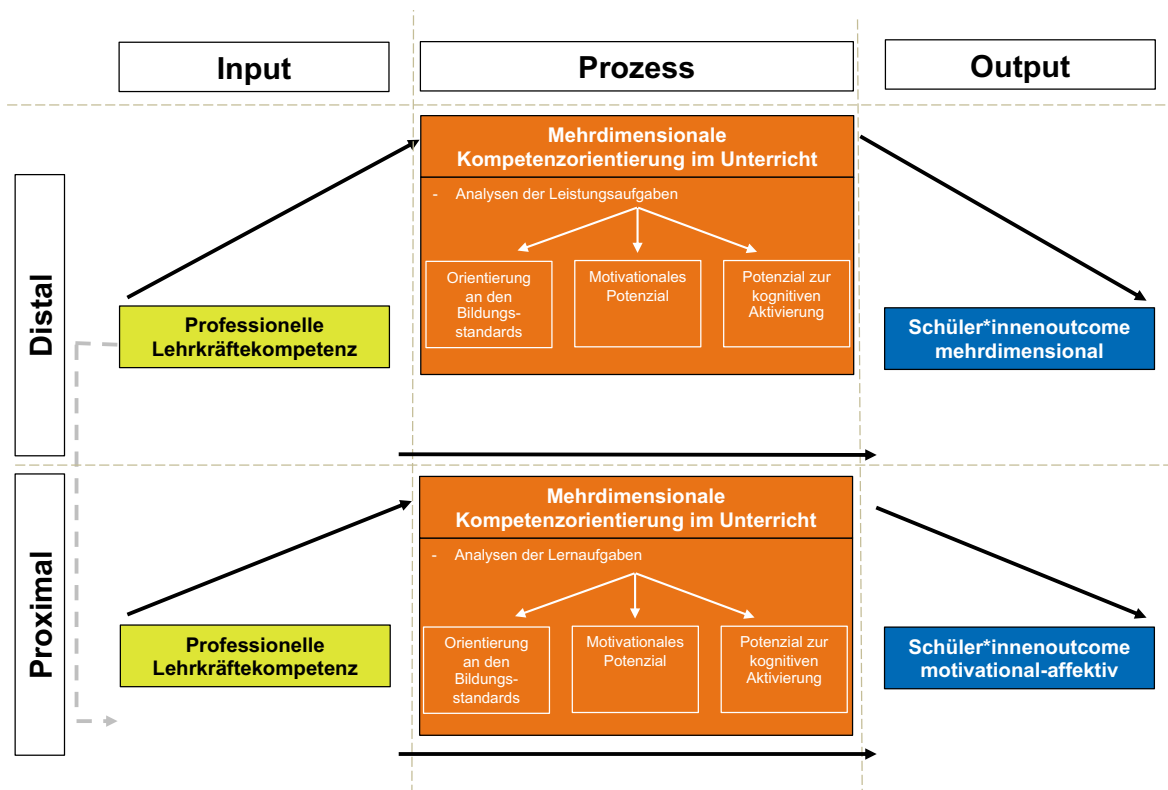


Abbildung 1: Die Verortung von Aufgaben im Studiendesign von PISA-Ceco

1 Die in diesem Kapitel angewandte gendergerechte Schreibweise beinhaltet, dass bevorzugt inklusive neutrale Formen und Kurzformen mit Gendersternchen verwendet werden. Bei der Verwendung von Text (auch Abbildungen o.ä.) anderer Quellen wie die in dieser Dokumentation dargestellten Kodierschemata wird die Schreibweise der Autor*innen (beispielsweise die Doppelnennung) beibehalten.

Aufgaben im engeren Sinne lassen sich als Aufforderungen beschreiben, die auf selbstständiges Erarbeiten und/oder Üben im Rahmen von Arbeitsphasen abzielen (Bohl & Kleinknecht, 2009). Je nach didaktischer Zielsetzung übernehmen Aufgaben unterschiedliche Funktionen: Lernaufgaben (sog. Unterrichtsaufgaben) dienen der Kompetenzförderung, während Leistungs- oder Prüfungsaufgaben der Erhebung des Lernstandes zu einem bestimmten Zeitpunkt dienen (vgl. Schiepe-Tiska et al., in Vorbereitung, a). Idealerweise bilden Leistungsaufgaben den Kern der im Unterricht erarbeiteten Inhalte repräsentativ ab und spiegeln damit auch die Erwartungen der Lehrkräfte an die Klasse wider.

Um diesen unterschiedlichen Funktionen gerecht zu werden, wurden in PISA-Ceco sowohl Leistungsaufgaben (aus angekündigten schriftlichen Hauptprüfungen wie Klassenarbeiten, Schulaufgaben, Tests etc.) des laufenden Schuljahres 2021/2022 (distale Ebene) als auch Lernaufgaben aus einer konkret beobachteten Unterrichtsstunde im PISA-Testzeitraum (proximale Ebene) analysiert. Lehrkräfte, die keine angekündigten schriftlichen Prüfungen eingesetzt hatten, wurden gebeten, stattdessen alle unangekündigten schriftlichen Leistungsüberprüfungen einzureichen. Damit liegen Leistungsaufgaben aus den gymnasialen und nicht-gymnasialen Schularten der 9. oder 10. Jahrgangsstufe vor. Im Rahmen der Unterrichtsbesuche in der 9. Jahrgangsstufe wurden zusätzlich alle Lernaufgaben eingesammelt, die in der beobachteten Lerneinheit tatsächlich verwendet wurden oder deren Einsatz geplant war.

Für die Analyse der Aufgaben wurden fachbezogene Kodierleitfäden für Mathematik, Physik, Biologie und Chemie entwickelt, die parallel und vergleichbar ausgestaltet wurden. Einige Kategorien wurden fachübergreifend angelegt (z. B. zur Erfassung des motivationalen Potenzials), andere fachspezifisch differenziert, etwa die Orientierung an den Kompetenzbereichen der Bildungsstandards. Für das Potenzial zur kognitiven Aktivierung wurden sowohl generische als auch fachspezifische Kategorien entwickelt. Ob eine Kategorie fachübergreifend oder fachspezifisch kodiert wurde, ist jeweils in der Dokumentation ausgewiesen.

Da in einzelnen Bundesländern und Schularten Naturwissenschaften im Verbund unterrichtet werden, wurden in wenigen Fällen auch Aufgaben aus Fächern wie „IT“ (Natur und Technik) ($N = 36$ Leistungsaufgaben) und „integrierte Naturwissenschaften“ ($N = 23$ Lernaufgaben und $N = 28$ Leistungsaufgaben) eingereicht und ebenfalls kodiert. Da für diese Fächer keine eigenen Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss existieren, wurden keine eigenen Kodierleitfäden entwickelt. Da gleichzeitig nur eine geringe Anzahl von Aufgaben eingereicht wurden, werden im Folgenden außerdem keine gesonderten Übereinstimmungswerte sowie Häufigkeiten ausgewiesen.

2. Die Analyse von Aufgaben in PISA-Ceco

2.1 Die Orientierung von Aufgaben an den Bildungsstandards

Mit der Einführung nationaler Bildungsstandards im Anschluss an PISA 2000 wurde in Deutschland ein grundlegender Paradigmenwechsel in der Steuerung des Bildungssystems vollzogen: Weg von einer vorrangigen Inputsteuerung hin zu einer Outputorientierung, die verbindlich beschreibt, welche Kompetenzen Schüler*innen bis zu bestimmten Bildungsabschlüssen erwerben sollen (KMK, 2010). Zentrale Referenz ist dabei das Kompetenzverständnis nach Weinert, wonach Kompetenzen nicht nur kognitive Fähigkeiten und Fertigkeiten zum Lösen von Problemen umfassen, sondern auch „die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, um Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ (Weinert, 2002, S. 27). Kompetenzentwicklung wird damit nicht als Merkmal einzelner Unterrichtssequenzen verstanden, sondern als übergeordnete Zielperspektive schulischer Bildungsprozesse.

Vor diesem Hintergrund wurden bundesweit Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss formuliert, die sowohl für das Fach Mathematik als auch für die naturwissenschaftlichen Fächer verbindliche Kompetenzbereiche beschreiben. Diese bilden die Grundlage für die Analyse in PISA-Ceco.

Im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht lassen sich die Kompetenzen in vier zentrale Kategorien gliedern, die fächerübergreifend vergleichbar sind: *Fachkenntnisse*, *Fachmethoden*, *Kommunikation* und *Reflexion* (vgl. Kühn, 2010). Die für die Schüler*innen an PISA 2022 gültigen Bildungsstandards im Fach Mathematik umfassen sechs prozessbezogene Kompetenzen: (1) mit symbolischen, formalen und technischen Elementen der Mathematik umgehen (= *Fachkenntnisse*), (2) mathematische Darstellungen verwenden, (3) mathematisch modellieren und (4) Probleme mathematisch lösen (= *Fachmethoden*), (5) mathematisch argumentieren und (6) kommunizieren (= *Kommunikation*) sowie Teilkompetenzen aus den genannten sechs Kompetenzen, die im Wesentlichen als Kompetenzbereich *Reflexion* zusammengefasst werden können (KMK, 2004a). Für den Primarbereich sowie den Ersten und Mittleren Schulabschluss wurden die Bildungsstandards inzwischen überarbeitet (KMK, 2022a, 2022b). In der überarbeiteten Fassung wurden leichte begriffliche Änderungen vorgenommen und eine siebte Kompetenz zum mathematischen Arbeiten mit Medien ergänzt.

Die Bildungsstandards in den Naturwissenschaften (Physik, Biologie und Chemie) sind ebenfalls primär fachorientiert formuliert und lassen sich denselben vier Kompetenzbereichen zuordnen: (1) physikalische/biologische/chemische Phänomene, Begriffe, Prinzipien, Fakten, Gesetzmäßigkeiten kennen und den Basiskonzepten zuordnen (= *Fachkenntnisse*), (2) experimentelle und andere Untersuchungsmethoden sowie Modelle nutzen (= *Fachmethoden*), (3) Informationen sach- und fachbezogen erschließen und austauschen (= *Kommunikation*) sowie (4) physikalische/biologische/chemische Sachverhalte in verschiedenen Kontexten erkennen und bewerten (= *Reflexion*) (KMK, 2004b, 2004c, 2004d). Auch diese Bildungsstandards wurden für den Mittleren Schulabschluss aktualisiert, Begrifflichkeiten angepasst und Standardformulierungen weiter konkretisiert (KMK, 2024a, 2024b, 2024c).

Die oben beschriebene Systematik der Bildungsstandards ermöglicht es, die im Rahmen von PISA-Ceco eingesammelten Lern- und Leistungsaufgaben systematisch daraufhin zu analysieren, inwieweit sie sich an den vier Kompetenzbereichen *Fachkenntnisse*, *Fachmethoden*, *Kommunikation* und *Reflexion* orientieren.

Da es sich bei PISA-Ceco um eine Begleitstudie der internationalen PISA-Erhebung 2022 handelt, wurden in den Kodieranweisungen der vier oben beschriebenen Kategorien neben den Kompetenzen aus den deutschen Bildungsstandards auch die PISA-Teilkompetenzen aus den aktuellen PISA-Rahmenkonzeptionen der Domänen Mathematik und Naturwissenschaften (OECD 2016, 2023) integriert. Dies ermöglicht eine Erfassung der Kompetenzen aus beiden Konzeptionen (d.h. PISA 2022 sowie die Bildungsstandards in Deutschland). Für eine Beschreibung der Entwicklung beider Konzeptionen für die Domäne Mathematik siehe Reinhold et al., 2023.

Tabelle 1 bietet einen Überblick über die Kategorien zur Orientierung von Aufgaben an den Bildungsstandards. Eine detaillierte Beschreibung der Kategorien sowie ihrer Subkategorien erfolgt in Teil II dieses Kapitels.

Tabelle 1: Kategorien zur Orientierung von Aufgaben an den Bildungsstandards

Kategorie	Subkategorie
Fachkenntnisse	
Fachmethoden	
Kommunikation	
Reflexion	

2.2 Das motivationale Potenzial von Aufgaben

Obwohl sich die mathematik- und naturwissenschaftsbezogenen Bildungsstandards in Deutschland vorrangig auf fachlich-kognitive Kompetenzen fokussieren, sind motivationale Zielperspektiven ein zentraler Bestandteil umfassender, mehrdimensionaler Bildungsprozesse (Schiepe-Tiska et al., 2021). Im Rahmen von PISA-Ceco wurde deshalb untersucht, welches motivationale Potenzial Aufgaben aufweisen – unabhängig davon, ob es sich um Lern- oder Leistungsaufgaben handelt.

Mit dem Begriff *motivationale Potenzial von Aufgaben* bezeichnen wir jene Merkmale, die geeignet sind, bei Schüler*innen motivational-affektive Zustände wie Interesse, Autonomieerleben, Kompetenzerleben oder soziale Eingebundenheit anzuregen. Solche Merkmale sind nicht nur im Kontext von Lernaufgaben bedeutsam. Auch bei Leistungsaufgaben kann ihre motivational anregende Gestaltung dazu beitragen, die individuelle Anstrengungsbereitschaft, die Ausdauer und die Selbstwirksamkeitserwartungen der Schüler*innen positiv zu beeinflussen. Gerade in Prüfungssituationen, die häufig mit Druck und Unsicherheit einhergehen, können Aufgaben, die nachvollziehbare Relevanz aufweisen, Wahlmöglichkeiten beinhalten oder die Rückmeldung eigener Kompetenz erlauben, dazu beitragen, dass Schüler*innen Zugang zu ihren Ressourcen behalten, sich besser regulieren und ihr Leistungspotenzial entfalten können (vgl. z. B. Pekrun, 2006; Putwain et al., 2018).

Die Analyse des motivationalen Potenzials umfasst daher nicht nur die Frage, ob Aufgaben die Motivation bewusst fördern sollen, sondern inwieweit sie – unabhängig vom intendierten Zweck – grundsätzlich Merkmale aufweisen, die motivational wirksam werden können. Die Einbeziehung dieser Perspektive ist besonders relevant, wenn mehrdimensionale Bildungsziele verfolgt werden, die neben fachlichen auch motivationale und persönlichkeitsbezogene Entwicklungen einschließen.

Das Modell der klassischen Motivationspsychologie geht davon aus, dass aktuelle Motivation aus dem Zusammenspiel von Personen- und Situationsfaktoren hervorgeht (Heckhausen &

Heckhausen, 2018; Rheinberg & Vollmeyer, 2018; vgl. Lazarides & Schiepe-Tiska, 2022). Zur Erklärung der Entstehung von Lernmotivation wird häufig die Selbstbestimmungstheorie (Deci & Ryan, 1993) herangezogen. Damit Schüler*innen sich als intrinsisch motiviert erleben, müssen drei grundlegende psychologische Bedürfnisse befriedigt sein: Autonomie, Kompetenz und soziale Eingebundenheit. Autonomie bezeichnet das Erleben von Selbstbestimmung und das Gefühl, das eigene Handeln auf persönliche Ziele, Werte und Interessen ausrichten zu können – auch innerhalb vorgegebener Strukturen. Kompetenzerleben bezieht sich auf das Bedürfnis, sich als handlungsfähig und wirksam zu erfahren, eigene Fähigkeiten weiterzuentwickeln und Erfolg bei der Bewältigung von Anforderungen zu erleben. Soziale Eingebundenheit umfasst das Bedürfnis, sich in sozialen Kontexten zugehörig, wertgeschätzt und anerkannt zu fühlen (Deci & Ryan, 2000). Empirische Befunde zeigen, dass die Erfüllung dieser Bedürfnisse eng mit positiveren Lernemotionen, höherer Anstrengungsbereitschaft, größerer Persistenz sowie besseren Leistungsentwicklungen zusammenhängt (Deci & Ryan, 2000; Reeve, 2002). Insofern liefern diese theoretischen Konzepte eine wichtige Grundlage zur Analyse motivationaler Potenziale auch im Kontext konkreter Lern- und Leistungsaufgaben.

Die Interessentheorie (Krapp, 2002) ergänzt die Selbstbestimmungstheorie um eine stärker differenzierte Betrachtung der inhaltlichen Passung zwischen Lernenden und den Lerngegenständen als Teil der Situation. Während die Selbstbestimmungstheorie die Bedeutung der Erfüllung psychologischer Grundbedürfnisse für selbstbestimmtes Lernen betont, fokussiert sich die Interessenforschung auf die Interaktion zwischen Person und einem spezifischen Gegenstand oder Thema (Krapp & Ryan, 2002). Diese Perspektiven sind komplementär: So wird etwa angenommen, dass autonomieunterstützende, kompetenzförderliche und sozial eingebundene Lerngelegenheiten nicht nur intrinsische Motivation fördern, sondern auch zur Entwicklung stabilen Interesses beitragen können (Krapp, 2002; Renninger & Hidi, 2011).

Interesse wird dabei als eine wertbezogene, emotional positiv getönte Beziehung zu einem Gegenstand verstanden, die situativ ausgelöst und langfristig stabilisiert werden kann (Krapp, 2002). Situatives Interesse, etwa ausgelöst durch eine ansprechend gestaltete oder herausfordernde Aufgabe, gilt als ein zentraler Ausgangspunkt für individuelles Interesse, das durch wiederholte positive Erfahrungen verstetigt werden kann (Renninger & Hidi, 2011).

Empirische Studien zeigen, dass situatives Interesse besonders dann angeregt wird, wenn Aufgaben für die eigene Lebenswelt bedeutsam, relevant oder nützlich wahrgenommen werden (Habig et al., 2018; Schraw, 2001). Lehrkräfte können dies durch lebensweltliche Kontexte, alltagsnahe Beispiele oder Wahlmöglichkeiten unterstützen. Im Kontext schulischer Lernumgebungen kann dies z. B. durch alltagsnahe Problemstellungen, Wahloptionen oder Bezüge zu Themen erfolgen, die für die Lebenswelt der Schüler*innen subjektiv bedeutsam sind (Rakoczy et al., 2019). Auch die Passung zwischen individuellen Fähigkeiten und dem Anspruchsniveau der Aufgabe ist entscheidend: Nur wenn Lernende sich weder über- noch unterfordert fühlen, kann ein förderliches motivationales Klima entstehen, das Anstrengungsbereitschaft und kognitive Aktivierung unterstützt (Csikszentmihalyi, 2010; Eccles & Wigfield, 2002).

Aufbauend auf der Selbstbestimmungs- und Interessentheorie haben Prenzel und Drechsel (1996) sechs zentrale, empirisch belegte instruktionale Bedingungen identifiziert, die selbstbestimmtes Lernen begünstigen. Diese Bedingungen lassen sich teilweise auch auf die Gestaltung einzelner Aufgaben übertragen – unabhängig von ihrer konkreten Einbettung im Unterrichtsgeschehen. Diese umfassen: (1) das wahrgenommene inhaltliche Interesse der Lehrkraft, (2) die wahrgenommene inhaltliche Relevanz, (3) die Möglichkeit zu sozialer Einbindung, (4) die Unterstützung von Autonomieerleben, (5) die Förderung von Kompetenzerleben sowie (6) die Instruktionsqualität, insbesondere im Hinblick auf die Passung zwischen Aufgabenanforderung und individueller Voraussetzungen der Schüler*innen (innere Differenzierung).

Zur systematischen Analyse des motivationalen Potenzials von Aufgaben in PISA-Ceco wurden diese theoretischen Prinzipien in ein Kodierschema überführt. Ziel war es, Merkmale zu identifizieren, die – unabhängig von der konkreten Unterrichtsgestaltung – strukturell geeignet sind, motivationale Prozesse zu begünstigen. Die Übertragung dieser Bedingungen auf Aufgaben zielt dabei nicht auf eine Bewertung der intendierten Wirkung ab, sondern auf eine strukturorientierte Einschätzung des Potenzials, motivationale Prozesse zu begünstigen.

Aus diesen theoretischen Grundlagen wurden fünf fachübergreifende Kategorien zur Beschreibung des motivationalen Potenzials von Aufgaben für das PISA-Ceco Kodierschema abgeleitet: *innere Differenzierung*, *Lebensweltbezug*, *Autonomieunterstützung*, *Kompetenzunterstützung* sowie *soziale Eingebundenheit*. Diese Kategorien wurden in Heinle et al. (2022) theoretisch eingeführt und empirisch validiert. Sie differenzieren verschiedene Wege, über die Aufgaben motivationale Prozesse unterstützen können, und lassen sich jeweils in zwei bis fünf Subkategorien untergliedern (Tabelle 2; für eine ausführliche Beschreibung der Kategorien sowie Subkategorien vgl. Teil II dieses Kapitels). Sie erlauben eine theoriegeleitete Einschätzung motivationaler Gelingensbedingungen von Aufgaben – unabhängig davon, ob diese im Rahmen von Lern- oder Leistungssituationen eingesetzt werden.

Tabelle 2: Kategorien des motivationalen Potenzials von Aufgaben

Kategorie	Subkategorie
Innere Differenzierung	Zielstruktur
	Inhaltsstruktur
	Prozessstruktur
	Handlungsstruktur
	Sozialstruktur
Lebensweltbezug	Konstruierter Lebensweltbezug
	Authentischer Lebensweltbezug
	Realer Lebensweltbezug
Autonomieunterstützung	Organisatorische Autonomieunterstützung
	Prozedurale Autonomieunterstützung
	Kognitive Autonomieunterstützung
	Wahlmöglichkeit von Beispielen
Kompetenzunterstützung	Feedback
	Möglichkeit zur Präsentation der Kompetenz
	Möglichkeit zur Vertiefung eines Themas
Soziale Eingebundenheit	Partner- und Gruppenarbeit
	Kommunikation im Klassenverbund

2.3 Das Potenzial zur kognitiven Aktivierung

Kognitive Aktivierung zählt zu den zentralen Qualitätsmerkmalen lernwirksamen Unterrichts (Klieme & Baumert, 2001). Sie bezeichnet die Anregung anspruchsvoller Denkprozesse, die ein vertieftes fachliches Verständnis fördern, indem sie eine aktive Auseinandersetzung mit den Lerninhalten anregen (Blum et al., 2006). Theoretisch basiert dieses Unterrichtsqualitätsmerkmal auf kognitiv-konstruktivistischen Lerntheorien (Aebli, 2001; Piaget, 1996), die davon ausgehen, dass Lernprozesse mit einer aktiven Umstrukturierung bestehender Wissensstrukturen einhergehen. Im Kontext eines kognitiv aktivierenden Unterrichts wird in vielen Fachdidaktiken – sowohl in den Naturwissenschaften als auch in der Mathematik – auf Theorien zur konzeptionellen Veränderung verwiesen, die insbesondere die Bedeutung von Schüler*innenvorstellungen als Ausgangspunkt für tiefgreifende Lernprozesse betonen (z. B. Schneider et al., 2012). Damit rückt das Aufgreifen und gezielte Irritieren oder Weiterentwickeln dieser Vorstellungen in den Fokus – etwa durch Aufgaben, die kognitive Konflikte auslösen oder Perspektivwechsel anregen.

Zahlreiche empirische Studien belegen, dass kognitiv aktivierender Unterricht nicht nur mit höheren fachlichen Leistungen einhergeht, sondern auch motivational-affektive Lernprozesse positiv beeinflusst. So erzielen Schüler*innen, die im Unterricht angeregt werden, gedankliche Verbindungen zwischen Fakten, Prozeduren und Konzepten herzustellen, signifikant bessere kognitive Leistungen (Baumert et al., 2010; Lipowsky et al., 2009). Gleichzeitig berichten sie ein höheres Interesse und ein stärkeres Gefühl von Selbstwirksamkeit (z. B. Schiepe-Tiska et al., 2016). Für einen systematischen Überblick über die empirische Evidenz zur Bedeutung kognitiver Aktivierung im Unterricht siehe Praetorius et al. (2018), sowie ergänzend Widmer (2018) und Lotz (2015).

Die Möglichkeit, das Potenzial zur kognitiven Aktivierung (PKA) durch die Analyse von Aufgaben systematisch zu erfassen, wurde erstmals im Rahmen der COACTIV-Studie aufgezeigt (Baumert et al., 2010; Jordan et al., 2006). Dabei wurden Mathematikaufgaben anhand von drei Indikatoren bewertet, wodurch ein erster Zugang zu kognitiver Aktivierung im Aufgabenmaterial eröffnet wurde. Gleichzeitig blieb der Analysefokus auf einen eher engen, fachspezifischen Ausschnitt beschränkt. In der TALIS-Video-Studie wurde dieser Ansatz erweitert: Auf Basis des konzeptionellen Reviews von Praetorius et al. (2018) wurde ein differenzierteres Kodierinstrument für schriftliche Unterrichtsmaterialien entwickelt, das zusätzliche Merkmale erfasste (Grünkorn et al., 2020; Herbert & Schweig, 2021). Allerdings wurde das Instrument speziell für Aufgaben zum Thema quadratische Gleichungen im Mathematikunterricht konzipiert, was seine Übertragbarkeit auf andere Inhaltsbereiche und insbesondere auf naturwissenschaftliche Fächer deutlich einschränkt. Für PISA-Ceco war daher die Entwicklung eines erweiterten und fachübergreifend einsetzbaren Kodierschemas erforderlich, das nicht nur an bestehende Instrumente anschließt, sondern insbesondere den inhaltlichen Zielsetzungen von PISA-Ceco gerecht wird: die systematische Analyse des Unterrichtsangebots im Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht unter Berücksichtigung mehrdimensionaler Bildungsziele. Dabei sollte das Schema sowohl generische Merkmale kognitiver Aktivierung erfassen als auch fachspezifische Potenziale sichtbar machen, um Aussagen über lernwirksame Aufgabenstrukturen und fachdidaktische Anforderungen im schulischen Alltag treffen zu können.

Obwohl das Konzept der kognitiven Aktivierung im Rahmen der „Drei Basisdimensionen“ ursprünglich als fachübergreifend konzipiert wurde (Klieme & Baumert, 2001), deuten empirische Studien darauf hin, dass sich kognitive Aktivierung nicht unabhängig vom jeweiligen Fachkontext analysieren lässt. Vielmehr zeigen sich systematische Unterschiede sowohl zwischen Fä-

chern als auch innerhalb eines Faches in Abhängigkeit vom Thema oder der konkreten Aufgabenstellung (Praetorius et al., 2014).

Vor diesem Hintergrund differenziert die aktuelle Diskussion zunehmend zwischen generischen und fachspezifischen Aspekten kognitiver Aktivierung (Praetorius & Gräsel, 2021; Heinle et al., in Vorbereitung). Während sich generische Merkmale auf fächerübergreifende Merkmale beziehen, die in vielen Unterrichtskontexten kognitive Prozesse anregen können, sind fachspezifische Merkmale eng an fachbezogene inhaltliche sowie fachdidaktische Strukturen gebunden. Sie erfordern domänenspezifisches Wissen und adressieren fachlich besonders relevante Denkprozesse (Wüsten, 2010).

Fachspezifische Merkmale kognitiver Aktivierung zeigen sich insbesondere in der Art und Weise, wie Aufgaben an zentrale Denk- und Arbeitsweisen eines Faches anknüpfen. Im Mathematikunterricht gelten etwa Modellierungsaufgaben oder innermathematische Problemstellungen als besonders kognitiv aktivierend, da sie ein vertieftes Verständnis mathematischer Strukturen sowie kreative Lösungsprozesse anregen (Blum, 2002; Leuders & Holzäpfel, 2011). Solche Aufgaben erfordern typischerweise das Erkennen mathematischer Prinzipien in komplexen Anwendungskontexten, die Umwandlung realer Probleme in mathematische Modelle und deren kritische Reflexion.

Im naturwissenschaftlichen Unterricht wiederum wird das Potenzial zur kognitiven Aktivierung häufig mit Aufgaben verbunden, die experimentelle Denk- und Arbeitsprozesse initiieren. Dazu zählen etwa die eigenständige Planung, Durchführung oder Auswertung von Experimenten sowie die gedankliche Auseinandersetzung mit hypothetischen Versuchsanordnungen (Jong & van Joolingen, 1998; Thurm et al., 2024). Diese Aufgaben unterstützen den Erwerb konzeptuellen Verständnisses, indem sie Lernende dazu anregen, naturwissenschaftliche Phänomene systematisch zu untersuchen, Hypothesen zu entwickeln und Daten zu interpretieren.

Fachspezifische Aufgabenmerkmale entfalten ihr kognitives Aktivierungspotenzial somit besonders dann, wenn sie zentrale Denkweisen eines Faches herausfordern und die Lernenden dazu anregen, über bloße Reproduktion hinausgehende, fachlich komplexe Bearbeitungsstrategien zu entwickeln.

Trotz ihres zentralen Beitrags zu gehaltvollem fachlichen Lernen werden potenziell kognitiv aktivierende Aufgaben in der aktuellen Unterrichtspraxis bislang nur vereinzelt eingesetzt (Schiepe-Tiska et al., 2023; Thurm et al., 2024). Vor diesem Hintergrund erscheint eine systematische Differenzierung zwischen generischen und fachspezifischen Aufgabenmerkmalen besonders gewinnbringend: Sie erlaubt nicht nur eine theoriegeleitete Analyse realer Lerngelegenheiten, sondern liefert auch konkrete Hinweise für die gezielte Weiterentwicklung von Lernaufgaben in der Praxis (vgl. Heinle et al., in Vorbereitung).

Im Folgenden werden zentrale Merkmale kognitiver Aktivierung dargestellt, die in Mathematik- und Naturwissenschaftsaufgaben auftreten können. Die Merkmale wurden im Rahmen von PISA-Ceco theoriebasiert zu einem Kategoriensystem verdichtet (Heinle et al., in Vorbereitung), das als Grundlage für die Aufgabenanalyse dient (vgl. Tabelle 3). Für eine ausführliche Beschreibung der einzelnen Kategorien und Subkategorien siehe Teil II dieses Kapitels.

Tabelle 3: Kategorien des Potenzials zur kognitiven Aktivierung

Kategorie	Subkategorie
generisch	
Offenheit	Arbeitsauftrag Lösung Lösungsweg
Inhaltlich sprachliche Komplexität	
Lebensweltbezug ²	Konstruierter Lebensweltbezug Authentischer Lebensweltbezug Realer Lebensweltbezug
Vorwissen	
Argumentieren	
Metakognition	
Möglichkeit zur Vertiefung eines Themas ²	
Kommunikation im Klassenverband ²	
fachspezifisch Mathematik	
	Modellieren Innermathematisches Problemlösen
fachspezifisch Naturwissenschaften	
	Bearbeitung eines dokumentierten Experiments Gedankliche Entwicklung eines Experiments Bearbeitung eines Demonstrationsexperiments Durchführung eines Schülerexperiments

2.4 Ergänzende Merkmale zur Aufgabenbeschreibung

Neben der Analyse der Aufgaben im Hinblick auf ihre Orientierung an den Bildungsstandards (Teil II, 1.), ihr motivationales Potenzial (Teil II, 2.) sowie ihr Potenzial zur kognitiven Aktivierung (Teil II, 3.), wurden im Rahmen von PISA-Ceco weitere Merkmale zur systematischen Beschreibung und Klassifikation der eingesammelten Aufgaben erhoben. Diese Merkmale dienen vor allem der inhaltlichen und formalen Einordnung der Aufgaben sowie der Differenzierung zentraler Strukturmerkmale. Sie lassen sich in vier übergeordnete Gruppen gliedern: (1) Formale Zuordnungen, wie Fach- und Aufgabenart, (2) Sachstrukturen, wie Fachinhalte, (3) Schwierigkeitsgenerierende Merkmale, z. B. Anforderungsbereich sowie (4) didaktische Aufgabenmerkmale, z. B. Materialbezug.

Formale Zuordnungen

Zur Erfassung der formalen Einbettung wurden zwei Kategorien kodiert: das unterrichtete Fach (*Fachzuordnung*) sowie die *Aufgabenart* (Lern- vs. Leistungsaufgabe) (Tabelle 4).

2 Die Merkmale „Lebensweltbezug“ (konstruiert, authentisch, real), „Möglichkeit zur Vertiefung eines Themas“ und „Kommunikation im Klassenverband“ können sowohl dem motivationalen Potenzial von Aufgaben als auch dem Potenzial zur kognitiven Aktivierung zugeordnet werden.

Tabelle 4: Formale Zuordnungen

Kategorie	Subkategorie
Fachzuordnung	Mathematik
	Physik
	Biologie
	Chemie
Aufgabenart	Lernaufgabe
	Leistungsaufgabe

Sachstrukturen

Die Kodierung der inhaltlichen Struktur erfolgte auf Grundlage des validierten Leitfadens von Kühn (2010), der im Rahmen eines Dissertationsprojekts zur Analyse naturwissenschaftlicher Abitur- und Klausuraufgaben entwickelt wurde. Im Rahmen von PISA-Ceco werden unter der Sachstruktur die *Fachinhalte* verstanden (Tabelle 5). Diese wurden nur für Leistungsaufgaben erfasst, da bei den Lernaufgaben die thematische Zuordnung durch die Lehrkräfte selbst erfolgte (siehe Kapitel 2 in dieser Dokumentation, Todtenhöfer et al., 2025). Die Subkategorien orientieren sich dabei an den Leitideen der zum Zeitpunkt der Erhebung gültigen Bildungsstandards (KMK 2004a, b, c, d).

Tabelle 5: Sachstrukturen

Kategorie	Subkategorie
Fachinhalte ³	Mathematik
	Zahl
	Messen
	Raum und Form
	Funktionaler Zusammenhang
	Daten und Zufall
	Physik
	Materie
	Wechselwirkung
	System
	Energie
	Biologie
	System
	Struktur und Funktion
	Entwicklung
	Chemie
	Stoff-Teilchen-Beziehung
	Struktur-Eigenschaftsbeziehungen
	Chemische Reaktionen
	Energetische Betrachtung bei Stoffumwandlungen

3 Für die Fächer „IT“ und „integrierte Naturwissenschaften“ gibt es keine eigenen Kodierleitfäden. Für IT wurden die Kategorien *Informationen und Daten*, *Algorithmen*, *Sprachen und Automaten*, *Informatiksysteme* und *Informatik Mensch und Gesellschaft* kodiert. Grundlage waren die Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I der Gesellschaft für Informatik (Gesellschaft für Informatik e. V. [GI], 2008). In den integrierten Naturwissenschaften wurde der jeweils passende Fachinhalt aus der Physik, Biologie, oder Chemie kodiert.

Schwierigkeitsgenerierende Merkmale

MINT-Aufgaben können unterschiedliche Anforderungsbereiche aufweisen, welche die kognitiven Prozesse beschreiben, die für eine erfolgreiche Bearbeitung wesentlich sind (Bloom, 1972). Die Komplexität von Aufgaben kann dabei mit ihrem motivationalen und kognitiv aktivierenden Potenzial in Zusammenhang stehen. In Übereinstimmung mit den Bildungsstandards in Deutschland wurden drei Anforderungsbereiche in den Aufgaben analysiert: *Reproduktion*, *Anwendung* und *Transfer* (Jordan et al., 2008; KMK 2004a, b, c, d; Kühn, 2010).

Im Rahmen der COACTIV-Studie wurden charakteristisch für das Fach Mathematik drei *Aufgabenklassen* unterschieden, je nachdem ob bei einer durch den Modellierungsprozess geprägten Aufgabe prozedural-algorithmisches oder begriffliches Denken im Vordergrund steht (Jordan et al., 2006). Diese Kategorie wurde für vergleichende Analysen im Rahmen der PISA-Ceco Studie miterhoben.

Die Analyse der *syntaktisch sprachlichen Komplexität* lehnt sich ebenfalls an die COACTIV Studie an, welche die Aufnahme, präzise Erfassung und zielgerichteten Bearbeitung komplexer Text- und Aufgabeninformationen beachtet (Jordan et al., 2006).

Tabelle 6: Schwierigkeitsgenerierende Merkmale

Kategorie	Subkategorie
Anforderungsbereich ⁴	Reproduktion Anwendung Transfer
fachspezifisch Mathematik	
Aufgabenklasse	Technisch Rechnerisch Begrifflich
Syntaktisch sprachliche Komplexität	

Didaktische Aufgabenmerkmale

Ergänzend wurden einzelne Merkmale erfasst, die zu einer differenzierten didaktischen Beschreibung der Aufgabenstruktur beitragen. Diese Merkmale wurden unabhängig vom Fachkontext erhoben, teils jedoch fachspezifisch differenziert.

Zunächst wurde in Anlehnung an Kühn (2010) die Kategorie *Materialbezug* erhoben. Die Einbettung von Materialien spielt in MINT-Aufgaben eine wichtige Rolle, da den Lernenden so ein Zugang zu mathematischen und naturwissenschaftlichen Konzepten ermöglicht werden kann, der über abstrakte Symbolik hinausgeht und an ihre Lebenswelt anknüpft.

Die Kategorie *Selbsteinschätzung der eigenen Kompetenz* wurde nachträglich entwickelt, als Aufgabenbeispiele auftraten, die eine Selbsteinschätzung durch die Schüler*innen beinhalten. Dies war zum Beispiel eine Leistungsaufgabe, nach deren Bearbeitung die Schüler*innen einschätzen sollten, wie leicht oder schwierig die Aufgabe für sie war und wie gut sie sich darauf

4 Für die Fächer „IT“ und „integrierte Naturwissenschaften“ gibt es keine eigenen Kodierleitfäden. Für IT waren die Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I der Gesellschaft für Informatik (Gesellschaft für Informatik e. V. [GI], 2008) Grundlage. In den integrierten Naturwissenschaften wurde der jeweils passende Fachinhalt aus der Physik, Biologie, oder Chemie kodiert.

vorbereitet haben. Die Kategorie fokussiert explizit die subjektive Kompetenzeinschätzung direkt nach der Bearbeitung der Aufgabe.

Eingekleidete Aufgaben zeichnen sich durch eine kontextualisierte Darstellung mathematischer Inhalte aus, wobei die mathematische Fragestellung in sprachlich ausgestaltete Alltagssituationen eingebettet wird. Trotz des Anscheins von Realitätsnähe fehlt es diesen Aufgaben häufig an Authentizität und Anschlussfähigkeit für die Lernenden; zudem erfordern sie in der Regel keine eigenständige mathematische Modellierung. Im Rahmen von PISA-Ceco wurde das Aufgabenmerkmal *eingekleidete Aufgabe* daher in bewusster Abgrenzung zu kognitiv aktivierenden Merkmalen analysiert.

Ebenso in Abgrenzung zu potenziell kognitiv aktivierenden Merkmalen wurde – orientiert an Kühn (2010) – für naturwissenschaftliche Aufgaben die Kategorie *Phänomen* untersucht, da sie im Unterschied zu experimentellen Aufgaben keine forschende Intention verfolgt.

Tabelle 7: Didaktische Aufgabenmerkmale

Kategorie	Subkategorie
Materialbezug	Materialgebundenheit
	Experimentell
Selbsteinschätzung der eigenen Kompetenz	
fachspezifisch Mathematik	
Eingekleidete Aufgabe	
fachspezifisch Naturwissenschaften	
Phänomen	

3. Durchführung des Aufgabenratings in PISA-Ceco

Aufbauend auf der theoretischen Fundierung und Entwicklung des Aufgabenkodierschemas beschreibt der folgende Abschnitt die empirische Umsetzung des Aufgabenratings in PISA-Ceco. Zunächst wird die Pilotierungsphase (3.1) erläutert, in der das Kodierschema an Schulbuch- und Prüfungsaufgaben erprobt und weiterentwickelt wurde. Anschließend wird die Anwendung des finalen Schemas auf die Aufgaben der Hauptstudie (3.2) beschrieben. Dabei wird auch die methodische Absicherung durch Kodierschulungen, Interrater-Reliabilitätsanalysen und Validierung mittels IRT-Skalierungen (3.2.1) dargestellt.

3.1 Pilotierung des Aufgabenkodierschemas anhand von Schulbuch- und öffentlich zugänglichen Prüfungsaufgaben

Zur Sicherung der Reliabilität und Validität des entwickelten Kodierschemas für Lern- und Leistungsaufgaben in den Fächergruppen Mathematik und Naturwissenschaften, wurde ab Herbst 2020 eine umfassende Pilotierung durchgeführt. Grundlage bildeten aktuelle Schulbuchaufgaben ($N = 539$ Analyseeinheiten). Der Samplingprozess der Aufgaben ist ausführlich in Heinle et al. (2022) beschrieben. Zusätzlich wurden öffentlich zugängliche Prüfungsaufgaben ($N = 354$ Analyseeinheiten) der neunten Jahrgangsstufe herangezogen, um in der Pilotierungsphase neben Schulbuchaufgaben auch Prüfungs- bzw. Leistungsaufgaben zu kodieren. Diese Aufgaben sind von der Kultusministerkonferenz (KMK) veröffentlichte Beispielaufgaben, Aufgaben aus den Abschlussprüfungen der Mittelschule sowie Aufgaben aus Realschul-Abschlussprüfungen.

Da Aufgaben in der Regel mehrere Teilaufgaben umfassen, wurde jede Teilaufgabe mit einem eigenständigen Arbeitsauftrag als separate Analyseeinheit behandelt.

Tabelle 8: Stichprobe Analyseeinheiten Pilotierungsphase

Fach	Analyseeinheiten aus Schulbuchaufgaben	Analyseeinheiten aus Prüfungsaufgaben
Mathematik	138	87
Physik	116	94
Biologie	159	77
Chemie	126	96

3.1.1 Deduktive und induktive Kategorienbildung

Das Kodierschema wurde unter Verwendung der Methode der Inhaltsanalyse (Früh, 2004) entwickelt. Die Kategorien wurden deduktiv, das heißt theoriegeleitet, konzipiert. Die deduktive Kategorienbildung wurde dabei von der Frage geleitet, wie die Kategorien im Kontext schriftlicher Arbeitsaufträge in der Mathematik und in den naturwissenschaftlichen Fächern umzusetzen sind. Zu diesem Zweck wurden Ankerbeispiele ausgewählt oder neu entwickelt und den jeweiligen Subkategorien zugeordnet.

Im Zuge der Pilotierung sowie der Kodierschulungen wurde das Kodierschema weiter verfeinert: Kategorien wurden ergänzt, zusammengeführt oder getrennt, weitere Indikatoren aufgenommen bzw. geschärft und Ankerbeispiele angepasst. Der ergänzende induktive Zugang stellte sicher, dass das Kodierschema auch solche Merkmale abbildet, die in der Praxis etabliert sind (Früh, 2004).

3.1.2 Kodierschulung

Für die Pilotierungsphase wurden insgesamt sechs studentische Hilfskräfte aus erziehungswissenschaftlichen, psychologischen sowie lehramtsbezogenen Studiengängen als Aufgabencoder*innen eingesetzt und in regelmäßigen Abständen vom wissenschaftlichen Entwicklungsteam geschult. Ziel der Schulungen war es, die Interrater-Reliabilität zu erhöhen und eine konsistente Kodierung der Kategorien im Analyseprozess zu gewährleisten. Die Schulungen umfassten zunächst eine Einführung sowie eine ausführliche Erläuterung des Aufgabenskodierschemas. Anhand ausgewählter Beispielaufgaben wurden die Kategorien gemeinsam angewendet und diskutiert, um ein einheitliches Verständnis der Kodierregeln sicherzustellen. In anschließenden Übungsphasen kodierten die Aufgabencoder*innen Aufgaben eigenständig, wobei Unklarheiten einzelner Fälle im Kodierteam besprochen wurden.

Die Absprachen und die daraus folgenden Diskussionen dienten außerdem der inhaltlichen Schärfung der Kategorien, zum Beispiel durch die Ergänzung oder Kürzung von Indikatoren. Zudem konnten durch die Bereitstellung detaillierter Erläuterungen und beispielhafter Fehlkodierungen Verständnisprobleme auf Seiten der Coder*innen reduziert und somit die Übereinstimmung in den Ratings verbessert werden.

3.2 Aufgabenrating der Hauptstudie

Auf Grundlage der Erkenntnisse aus der Pilotierungsphase und der daran anschließenden Optimierung des Kodierschemas erfolgte im nächsten Schritt die Anwendung auf die Aufgaben der Hauptstudie. Der folgende Abschnitt beschreibt das Vorgehen beim Aufgabenrating sowie die Zusammensetzung der analysierten Stichprobe.

Insgesamt wurden $N = 966$ Unterrichtsanalyseeinheiten (Lernaufgaben) und $N = 4911$ Prüfungsanalyseeinheiten (Leistungsaufgaben) kodiert. Tabelle 9 bietet eine Übersicht über die Verteilung nach Fächern.

Tabelle 9: Stichprobe Analyseeinheiten Hauptstudie

Fach	Analyseeinheiten Lernaufgaben	Analyseeinheiten Leistungsaufgaben
Mathematik	495	3247
Naturwissenschaften	471	1664
Physik	192	622
Biologie	56	298
Chemie	200	680
IT	-	36
Integrierte Naturwissenschaften	23	28

Wie bereits in der Pilotierungsphase wurden die Aufgaben von studentischen Hilfskräften aus erziehungswissenschaftlichen, psychologischen sowie lehramtsbezogenen Studiengängen kodiert. Insgesamt waren sieben studentische Coder*innen beteiligt, die ebenfalls regelmäßig durch das wissenschaftliche Entwicklungsteam geschult wurden (vgl. 3.1.2).

3.2.1 Reliabilität und Validität der Aufgabenkategorien

Zur Sicherung der Auswertungsobjektivität wurden Interrater-Reliabilitäten berechnet. Dafür wurden zwei Maße herangezogen: (1) die exakte prozentuale Übereinstimmung zwischen zwei unabhängigen Ratings einer Analyseeinheit, und (2) Gwets AC1-Koeffizient (Gwet, 2008), der gegenüber anderen Maßen wie Cohens Kappa robuster auf hohe Prävalenz und ungleiche Verteilungen reagiert.

Die Tabellen 10 und 11 zeigen die Interrater-Übereinstimmungen für alle relevanten Kategorien. Um die Übereinstimmungen zu bestimmen, wurde zunächst die prozentuale Übereinstimmung berechnet. In Anlehnung an Stemler (2004) wurde ein Mindestwert von $\geq 75\%$ als Schwelle für eine akzeptable Übereinstimmung angesetzt. Zusätzlich wurde der Koeffizient Gwets AC1 berechnet. Gwets AC1 kann Werte zwischen -1 und $+1$ annehmen. Werte über 0.8 deuten auf eine sehr gute Übereinstimmung hin, 0.6 – 0.8 auf eine gute und 0.4 – 0.6 auf eine akzeptable Übereinstimmung (Wirtz & Caspar, 2002). Insgesamt zeigen die Ergebnisse eine sehr hohe Auswertungsobjektivität über nahezu alle Kategorien hinweg. Für viele Merkmale liegt die prozentuale Übereinstimmung bei über 95% , Gwets AC1 erreicht in der Mehrzahl der Fälle Werte von 0.9 oder höher. Besonders stabil zeigt sich das Rating für die zentralen Merkmale zur Erfassung des motivationalen Potenzials und der kognitiven Aktivierung. Werte unterhalb von 0.9 betreffen in Einzelfällen eher komplexe oder thematisch offene Kategorien, z. B. Fachmethoden oder sprachlich komplexe Aufgabenmerkmale. Hier wurden während der Kodierschulung gezielte Fallbesprechungen genutzt, um eine möglichst konsistente Anwendung sicherzustellen. Die Ergebnisse sprechen dafür, dass die entwickelten Kategorien konsistent anwendbar sind.

Die Fachinhalte der Lernaufgaben wurden nicht kodiert, sondern durch die Lehrkräfte im Rahmen eines Fragebogens vor der besuchten Unterrichtsstunde (siehe Kapitel 2 in dieser Dokumentation, Todtenhöfer et al., 2025) angegeben. Daher sind für diese Kategorien keine Reliabilitätswerte ausgewiesen.

Zur empirischen Validierung der Kategorien wurde darüber hinaus ein Item-Response-Modell (IRT) zur Überprüfung der Dimensionalitäten der zentralen latenten Konstrukte (1) motivationales Potenzial sowie (2) Potenzial zur kognitiven Aktivierung geschätzt. Alle kodierten Kategorien wurden dichotom (0 = Merkmal nicht vorhanden, 1 = Merkmal vorhanden) operationalisiert. Für jedes der theoretisch postulierten Konstrukte wurden ein- bzw. mehrdimensionale IRT-Modelle geschätzt. Die geschätzten "Personenparameter" beschreiben in diesem Kontext die Ausprägung der jeweiligen Kategorie auf Ebene der Aufgabenanalyseeinheiten. Für weiterführende Informationen zur Validierung siehe Heinle et al. (2022) sowie Heinle et al. (in Vorbereitung). Ausführlichere Hinweise zur Skalierung sind ebenfalls bei Heinle et al. (2022, in Vorbereitung) sowie ergänzend bei Sorge et al. (in Vorbereitung) und Todtenhöfer et al. (in Vorbereitung) zu finden.

Für die Orientierung an den Bildungsstandards wurde hingegen bewusst auf eine IRT-Skalierung verzichtet. Die einzelnen Kategorien bilden keine gemeinsame latente Dimension ab, sondern stellen inhaltlich klar trennbare Anforderungen dar. Wir empfehlen stattdessen, die Kategorien zur Orientierung von Aufgaben an den Bildungsstandards jeweils einzeln als kategoriale Merkmale zu berücksichtigen.

Tabelle 10: Übereinstimmungswerte für die Fächer Mathematik und Physik

	Mathematik				Physik			
	Lern- aufgaben		Leistungs- aufgaben		Lern- aufgaben		Leistungs- aufgaben	
	%	Gwets AC1	%	Gwets AC1	%	Gwets AC1	%	Gwets AC1
Die Orientierung von Aufgaben an den Bildungsstandards								
Fachkenntnisse	97.4	1.0	98.8	1.0	97.9	1.0	99.2	1.0
Fachmethoden	94.3	0.9	93.8	0.9	99.0	1.0	92.1	0.9
Kommunikation	94.1	0.9	92.8	0.9	97.9	1.0	92.4	0.9
Reflexion	96.0	1.0	98.7	1.0	94.8	0.9	94.5	0.9
Das motivationale Potenzial von Aufgaben								
Zielstruktur	93.7	0.9	97.0	1.0	94.8	0.9	93.9	0.9
Inhaltsstruktur	98.6	1.0	98.7	1.0	94.8	0.9	94.9	0.9
Prozessstruktur	99.2	1.0	100.0	1.0	99.0	1.0	99.7	1.0
Handlungsstruktur	100.0	1.0	99.8	1.0	98.4	1.0	99.8	1.0
Sozialstruktur	98.2	1.0	100.0	1.0	97.4	1.0	99.8	1.0
Konstruierter Lebensweltbezug ⁵	92.3	0.9	93.6	0.9	91.7	0.9	91.6	0.9
Authentischer Lebensweltbezug ⁵	94.7	0.9	98.2	1.0	99.5	1.0	95.5	0.9
Realer Lebensweltbezug ⁵	98.4	1.0	99.5	1.0	99.5	1.0	99.0	1.0
Organisatorische Autonomieunterstützung	100.0	1.0	100.0	1.0	97.4	1.0	100.0	1.0
Prozedurale Autonomieunterstützung	99.8	1.0	99.7	1.0	98.4	1.0	99.8	1.0
Kognitive Autonomieunterstützung	99.8	1.0	99.4	1.0	96.9	1.0	99.7	1.0
Wahl eigener Beispiele	100.0	1.0	99.6	1.0	94.3	0.9	96.8	1.0
Feedback	94.5	0.9	98.9	1.0	91.7	0.9	99.4	1.0
Möglichkeit zur Präsentation der Kompetenz	99.2	1.0	100.0	1.0	97.4	1.0	99.8	1.0
Möglichkeit zur Vertiefung eines Themas ⁵	99.8	1.0	100.0	1.0	100.0	1.0	100.0	1.0
Partner- und Gruppenarbeit	98.2	1.0	100.0	1.0	92.2	0.9	100.0	1.0
Kommunikation im Klassenverband ⁵	98.0	1.0	100.0	1.0	96.9	1.0	100.0	1.0
Das Potenzial zur kognitiven Aktivierung								
Arbeitsauftrag	91.7	0.9	96.0	0.9	90.1	0.8	93.6	0.9
Lösung	94.5	0.9	97.9	1.0	95.3	0.9	92.0	0.9
Lösungsweg	100.0	1.0	98.3	1.0	95.8	1.0	99.5	1.0
Inhaltlich sprachliche Komplexität	94.3	0.9	97.3	1.0	91.1	0.9	98.2	1.0
Vorwissen	98.0	1.0	98.5	1.0	89.6	0.9	94.5	0.9
Argumentieren	97.0	1.0	93.9	0.9	98.4	1.0	93.9	0.9
Metakognition	100.0	1.0	99.4	1.0	100.0	1.0	99.7	1.0
Mathematisches Modellieren	97.6	1.0	94.1	0.9				

5 Die Merkmale „Lebensweltbezug“ (konstruiert, authentisch, real), „Möglichkeit zur Vertiefung eines Themas“ und „Kommunikation im Klassenverband“ können sowohl dem motivationalen Potenzial von Aufgaben als auch dem Potenzial zur kognitiven Aktivierung zugeordnet werden.

Innermathematisches Problemlösen	99.2	1.0	94.6	0.9				
Bearbeitung eines dokumentierten Experiments					100.0	1.0	97.7	1.0
Gedankliche Entwicklung eines Experiments					100.0	1.0	99.0	1.0
Bearbeitung eines Demonstrationsexperiments					100.0	1.0	99.7	1.0
Durchführung eines Schülerexperiments					98.4	1.0	97.9	1.0
Ergänzende Merkmale zur Aufgabenbeschreibung								
Zahl			95.3	0.9				
Messen			93.0	0.9				
Raum und Form			93.5	0.9				
Funktionaler Zusammenhang			95.9	0.9				
Daten und Zufall			99.2	1.0				
Materie							96.9	1.0
Wechselwirkung							92.6	0.9
System							92.6	0.9
Energie							95.2	0.9
System								
Struktur und Funktion								
Entwicklung								
Stoff-Teilchen-Beziehung								
Struktur-Eigenschaftsbeziehung								
Chemische Reaktion								
Energetische Betrachtung bei Stoffumwandlungen								
Reproduktion	94.3	0.9	87.2	0.8	99.0	1.0	94.4	0.9
Anwendung	92.3	0.9	86.4	0.8	95.8	0.9	92.1	0.8
Transfer	97.4	1.0	99.0	1.0	94.8	0.9	97.9	1.0
Rechnerisch	92.9	0.9	94.3	0.9				
Technisch	97.0	1.0	95.1	0.9				
Begrifflich	90.5	0.8	92.1	0.9				
Syntaktisch sprachliche Komplexität	90.3	0.8	92.1	0.9	94.8	0.9	92.3	0.9
Materialgebundenheit	91.1	0.8	88.4	0.8	94.8	0.9	90.7	0.8
Experimentell	98.8	1.0	100.0	1.0	100.0	1.0	97.7	1.0
Selbsteinschätzung der eigenen Kompetenz	100.0	1.0	100.0	1.0	100.0	1.0	99.8	1.0
Eingekleidete Aufgabe	99.2	1.0	97.2	1.0				
Phänomen					99.5	1.0	91.6	0.9

Tabelle 11: Übereinstimmungswerte für die Fächer Biologie und Chemie

	Biologie				Chemie			
	Lern- aufgaben		Leistungs- aufgaben		Lern- aufgaben		Leistungs- aufgaben	
	%	Gwets AC1	%	Gwets AC1	%	Gwets AC 1	%	Gwets AC 1
Die Orientierung von Aufgaben an den Bildungsstandards								
Fachkenntnisse	100.0	1.0	98.7	1.0	97.5	1.0	99.7	1.0
Fachmethoden	96.4	0.9	91.3	0.8	94.0	0.9	86.3	0.7
Kommunikation	98.2	1.0	90.9	0.9	92.0	0.9	87.9	0.8
Reflexion	100.0	1.0	91.6	0.9	96.5	1.0	97.6	1.0
Das Potenzial von Aufgaben zur Förderung der Lernmotivation								
Zielstruktur	98.2	1.0	95.0	0.9	100.0	1.0	99.4	1.0
Inhaltsstruktur	92.9	0.9	95.6	1.0	97.5	1.0	99.6	1.0
Prozessstruktur	100.0	1.0	100.0	1.0	100.0	1.0	100.0	1.0
Handlungsstruktur	100.0	1.0	100.0	1.0	100.0	1.0	100.0	1.0
Sozialstruktur	100.0	1.0	100.0	1.0	98.5	1.0	100.0	1.0
Konstruierter Lebensweltbezug ⁶	100.0	1.0	91.6	0.9	100.0	1.0	97.8	1.0
Authentischer Lebensweltbezug ⁶	96.4	1.0	95.3	1.0	99.0	1.0	98.7	1.0
Realer Lebensweltbezug ⁶	96.4	1.0	96.3	1.0	93.0	0.9	99.1	1.0
Organisatorische Autonomieunterstützung	100.0	1.0	100.0	1.0	100.0	1.0	100.0	1.0
Prozedurale Autonomieunterstützung	98.2	1.0	100.0	1.0	99.0	1.0	100.0	1.0
Kognitive Autonomieunterstützung	98.2	1.0	100.0	1.0	99.0	1.0	100.0	1.0
Wahl eigener Beispiele	98.2	1.0	96.3	1.0	96.0	1.0	94.9	0.9
Feedback	100.0	1.0	100.0	1.0	99.0	1.0	99.9	1.0
Möglichkeit zur Präsentation der Kompetenz	100.0	1.0	100.0	1.0	99.0	1.0	100.0	1.0
Möglichkeit zur Vertiefung eines Themas ⁶	100.0	1.0	100.0	1.0	99.5	1.0	100.0	1.0
Partner- und Gruppenarbeit	92.9	0.9	100.0	1.0	100.0	1.0	100.0	1.0
Kommunikation im Klassenverband ⁶	98.2	1.0	100.0	1.0	97.5	1.0	100.0	1.0
Das Potenzial von Aufgaben zur kognitiven Aktivierung								
Arbeitsauftrag	100.0	1.0	97.3	1.0	96.5	0.9	95.3	0.9
Lösung	96.4	1.0	93.0	0.9	97.5	1.0	97.2	1.0
Lösungsweg	98.2	1.0	100.0	1.0	98.0	1.0	99.9	1.0
Inhaltlich sprachliche Komplexität	98.2	1.0	94.0	0.9	98.5	1.0	99.4	1.0
Vorwissen	96.4	1.0	96.3	1.0	100.0	1.0	97.8	1.0
Argumentieren	92.9	0.9	94.0	0.9	98.0	1.0	97.6	1.0
Metakognition	98.2	1.0	99.3	1.0	100.0	1.0	100.0	1.0
Mathematisches Modellieren								

6 Die Merkmale „Lebensweltbezug“ (konstruiert, authentisch, real), „Möglichkeit zur Vertiefung eines Themas“ und „Kommunikation im Klassenverband“ können sowohl dem motivationalen Potenzial von Aufgaben als auch dem Potenzial zur kognitiven Aktivierung zugeordnet werden.

Innermathematisches Problemlösen

Bearbeitung eines dokumentierten Experiments	100.0	1.0	95.0	0.9	100.0	1.0	96.9	1.0
Gedankliche Entwicklung eines Experiments	100.0	1.0	100.0	1.0	100.0	1.0	99.3	1.0
Bearbeitung eines Demonstrationsexperiments	100.0	1.0	100.0	1.0	100.0	1.0	100.0	1.0
Durchführung eines Schülerexperiments	94.6	0.9	100.0	1.0	98.5	1.0	100.0	1.0

Ergänzende Merkmale zur Aufgabenbeschreibung

Zahl

Messen

Raum und Form

Funktionaler Zusammenhang

Daten und Zufall

Materie

Wechselwirkung

System

Energie

System 91.9 0.9

Struktur und Funktion 90.6 0.8

Entwicklung 92.3 0.9

Stoff-Teilchen-Beziehung 96.9 0.9

Struktur-Eigenschaftsbeziehung 97.1 1.0

Chemische Reaktion 96.8 0.9

Energetische Betrachtung bei Stoffumwandlungen 98.5 1.0

Reproduktion 94.6 0.9 92.6 0.9 92.0 0.8 97.2 0.9

Anwendung 92.9 0.9 91.6 0.8 91.5 0.8 97.5 1.0

Transfer 98.2 1.0 97.3 1.0 98.5 1.0 99.9 1.0

Rechnerisch

Technisch

Begrifflich

Syntaktisch sprachliche Komplexität 91.1 0.9 90.3 0.8 89.5 0.8 93.2 0.9

Materialgebunden 91.1 0.8 91.3 0.8 92.5 0.9 98.1 1.0

Experimentell 100.0 1.0 94.3 0.9 94.0 0.9 99.7 1.0

Selbsteinschätzung der eigenen Kompetenz 100.0 1.0 100.0 1.0 100.0 1.0 100.0 1.0

Eingekleidete Aufgabe

Phänomen 100.0 1.0 98.0 1.0 100.0 1.0 98.5 1.0

Teil II: Aufgabenkodierschema

Im folgenden Abschnitt werden die fachspezifischen Kodierschemata dargestellt, die im Rahmen von PISA-Ceco zur Analyse der Aufgaben verwendet wurden. Zunächst wird für jede Kategorie definiert, unter welchen Bedingungen ein Code 0 (= Merkmal nicht vorhanden) bzw. ein Code 1 (= Merkmal vorhanden) vergeben wurde. Unterhalb der jeweiligen Tabellen mit den Kodierbedingungen ist zudem die theoretische Referenzquelle ausgewiesen, an der sich die jeweilige Kategorie konzeptionell orientiert.

Anschließend werden exemplarische Ankerbeispiele inklusive erläuternder Hinweise präsentiert, die die Anwendung des Kodierschemas und die zugrunde liegende Kodierlogik veranschaulichen. Bei Kategorien, die selbsterklärend sind, wurde auf entsprechende Ankerbeispiele verzichtet. In einigen Fällen wurden die Ankerbeispiele zusätzlich mit kurzen Erläuterungen versehen, wenn sie allein nicht selbsterklärend waren oder wir dies für das Verständnis als hilfreich erachtet haben. Alle Ankerbeispiele sind mit vollständiger Quellenangabe versehen, sodass transparent wird, aus welcher Art von Dokument (z. B. Schulbuch, Bildungsstandards, wissenschaftliche Publikation) die jeweiligen Aufgaben stammen. In Fällen, in denen eine Abdruckgenehmigung durch den Verlag nicht vorlag – beispielsweise, wenn der Urheber einer Aufgabe nicht eindeutig identifiziert werden konnte – wurden stattdessen inhaltlich vergleichbare Eigenentwicklungen zur Illustration eingesetzt. Zudem finden sich bei seltenen, theoriebasiert abgeleiteten Kategorien ebenfalls gelegentlich eigens entwickelte Beispiele, um auch dort eine nachvollziehbare Veranschaulichung zu gewährleisten.

Zum Abschluss wird eine deskriptive Auswertung der Kategorienhäufigkeiten (absolut und prozentual) berichtet. Für eine differenzierte Auswertung nach Aufgabenart, Fach oder Schulart sei auf den Themenschwerpunkt im Rahmen der *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft* (Schiepe-Tiska et al., in Vorbereitung, b) sowie zukünftige Publikationen verwiesen. Die Stichprobengröße (N) bezieht sich dabei jeweils auf die größtmögliche Zahl kodierter Aufgabenanalyseeinheiten und kann deshalb je nach Kategorie variieren.

Das im Folgenden dargestellte Kodierschema basiert auf einem theoriegeleiteten Ansatz. Aufgrund dieser theoretischen Fundierung ist es möglich – und in einigen Fällen auch notwendig –, bestimmte Subkategorien mehreren Konstrukten zuzuordnen. Diese Mehrfachzuordnung reflektiert die inhaltlichen Überschneidungen und die Komplexität der theoretischen Begriffe, die dem Schema zugrunde liegen.

Die Kodierleitfäden, mit denen die Aufgabencoder*innen im Analyseprozess gearbeitet haben, werden in ihrer Originalfassung dargestellt, um die erhobenen Instrumente in der tatsächlichen Ausführung darzustellen und Verzerrungen vorzubeugen. Lediglich kleinere Korrekturen in Rechtschreibung sowie geringfügige Formatierungsanpassungen wurden vorgenommen, um die Lesbarkeit zu verbessern.

1. Die Orientierung an den Kompetenzbereichen der Bildungsstandards

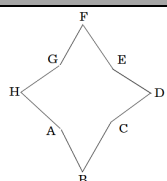
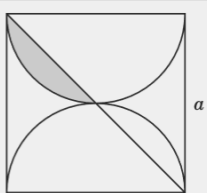
1.1 Fachkenntnisse

1.1.1 Mathematik

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Fachkenntnisse nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>nicht</u> den Kompetenzbereich Fachkenntnisse.
1	Fachkenntnisse vorhanden	Der Kompetenzbereich Fachkenntnisse zeichnet sich anhand folgender, für die Aufgabenstellung erforderter Kompetenzen aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Verwenden von Routineverfahren • Anwenden von Formeln/Symbolen • Nutzen einfacher mathematischer Werkzeuge, z. B. Formelsammlung • Ausführen von Lösungs-/Kontrollverfahren • Übersetzung symbolischer/formaler Sprache in natürliche Sprache oder umgekehrt • Arbeiten mit Variablen, Termen, Gleichungen, Funktionen, Tabellen und Diagrammen • Auswählen/Einsetzen von mathematischen Werkzeugen

Anmerkung: Mathematikaufgaben umfassen nahezu immer den Kompetenzbereich „Fachkenntnisse“, außer es handelt sich um explorative Aufgaben.

Quelle: in Anlehnung an Kühn, 2010.

Code	Beispiel	Erläuterung
0	„Vom Stern zur Pyramide“ – erste Teilaufgabe. Der nebenstehende symmetrische Stern hat folgende Eigenschaften: Alle Seiten sowie die Strecke AC und CE haben die gleiche Länge. Beschreibe die Konstruktion der Figur. 	Zur Lösung der Aufgabe ist keine Fachkenntnis, sondern räumliches Vorstellungsvermögen notwendig.
1	Fläche In das rechts abgebildete Quadrat mit der Seitenlänge a sind zwei Halbkreise und eine Diagonale eingezeichnet. Berechne den Inhalt der grauen Fläche. 	Fachkenntnisse gebraucht: Flächenberechnung, Algebra

Quelle: Blum, et al. (2010). *Bildungsstandards Mathematik: konkret. Sekundarstufe I: Aufgabenbeispiele, Unterrichtsanregungen, Fortbildungsideen*. Cornelsen, S. 40.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Fachkenntnisse	3711	99.2	31	0.8

N = 3742

1.1.2 Physik

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Fachkenntnisse nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>nicht</u> den Kompetenzbereich Fachkenntnisse.
1	Fachkenntnisse vorhanden	Der Kompetenzbereich Fachkenntnisse zeichnet sich anhand folgender, für die Aufgabenstellung erforderlichen Kompetenzen aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Reproduktion von Fakten/einfachen physikalischen Sachverhalten • Anwendung physikalischen Wissens in einfachem/unbekannten Kontext • Anwendung vorhandenen Wissens in einer gegebenen Situation • Identifikation/Nutzung/Auswählen einfacher/geeigneter Sachverhalte • Heranziehen von Analogien zum Lösen von Aufgaben

Quelle: in Anlehnung an Kühn, 2010.

Code	Beispiel	Erläuterung
0	<i>Mache eine Umfrage, wie viele Menschen in deiner Nachbarschaft morgens einen Kaffee trinken, weil sie sonst den ganzen Tag über müde sind.</i>	Um diese Aufgabe zu bearbeiten sind keine Fachkenntnisse erforderlich.
	Quelle: in Anlehnung an Bredthauer et al. (2011). Impulse Physik Mittelstufe. Bundesausgabe ab 2012. Schulbuch mit CD-ROM Klassen 7-10 (G8). Ernst Klett, S. 69.	
1	A3: Was verstehen wir unter dem Teilchenmodell und einer Modelleisenbahn. Benenne Gemeinsamkeiten, wo liegen Unterschiede. Wann ist ein Modell falsch?	
	Quelle: Oberholz et al. (2013). Dorn / Bader Physik in einem Band SI + SII. Allgemeine Ausgabe 2012. Schroedel Westermann, S. 191.	

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

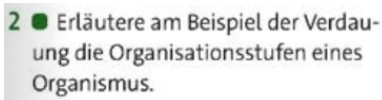
Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Fachkenntnisse	25	3.1	789	96.9

N = 814

1.1.3 Biologie

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Fachkenntnisse nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>keine</u> Anwendung fachlicher Routinen oder Wissens Elemente im Sinne des Kompetenzbereichs Fachkenntnisse.
1	Fachkenntnisse vorhanden	Der Kompetenzbereich Fachkenntnisse zeichnet sich anhand folgender, für die Aufgabenstellung erforderter Kompetenzen aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Kennen von Basiskonzepten/Beschreibung mit bekannten Beispielen • Wiedergabe von Kenntnissen/Verknüpfung mit Konzepten • Verwendung biologischen Wissens in einfachen Kontexten • Konzeptbezogene Beschreibung/Erklärung neuer Sachverhalte • Erklärung biologischer Sachverhalte auf verschiedenen Systemebenen • Erläuterung bekannter biologischer Phänomene mit Basiskonzepten/Fakten/Prinzipien • Neue Verwendung biologischen Wissens in komplexeren Kontexten • Erklärung neuer Sachverhalte aus verschiedenen biologischen/naturwissenschaftlichen Perspektiven • Wechsel der Systemebene für Erklärungen • Anwendung vorhandenen Wissens in den Naturwissenschaften in einer gegebenen Situation • Erkennen von Erklärungsmodellen und Repräsentationen • Erkennen von Annahmen/Evidenz/Argumentationen in naturwissenschaftlichen Texten

Quelle: in Anlehnung an Kühn, 2010.

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1		Hierzu sind die grundlegenden Fachkenntnisse der Verdauung notwendig.

Quelle: Austenfeld et al. (2017). Natur und Technik - Biologie Neubearbeitung. Baden-Württemberg · 7.-9. Schuljahr. Schülerbuch. Cornelsen, S. 25.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Fachkenntnisse	6	1.7	348	98.3

N = 354

1.1.4 Chemie

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Fachkenntnisse nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>keine</u> Anwendung fachlicher Routinen oder Wissens Elemente im Sinne des Kompetenzbereichs Fachkenntnisse.
1	Fachkenntnisse vorhanden	Der Kompetenzbereich Fachkenntnisse zeichnet sich anhand folgender, für die Aufgabenstellung erforderter Kompetenzen aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Zielgerichtete Wiedergabe von Kenntnissen/Konzepten • Auswählen/Anwendung von Kenntnissen/Konzepten • Planmäßige/konstruktive Bearbeitung komplexer Fragestellungen auf der Grundlage von Kenntnissen/Konzepten

Quelle: in Anlehnung an Kühn, 2010.

Code	Beispiel	Erläuterung
0	Versuch 2: Erhitzen von Kochsalz und Zucker  Materialien: Spatel, Gasbrenner; Kochsalz, Zucker. Durchführung: 1. Gib zwei Spatel Kochsalz in ein Reagenzglas. 2. Erwärme das Reagenzglas bis das Kochsalz geschmolzen ist und lass es anschließend abkühlen. 3. Wiederhole den Versuch mit Zucker anstelle von Kochsalz. Aufgaben: a) Notiere deine Beobachtungen. <i>Quelle:</i> Asselborn et al. (2020). Chemie heute SI - Aktuelle Ausgabe. Gesamtband. Schroedel Westermann, S. 62.	Teilaufgabe a erfordert keine Fachkenntnisse, da das Experiment nur durchgeführt und beobachtet werden muss.
1	Versuch 2: Erhitzen von Kochsalz und Zucker  Materialien: Spatel, Gasbrenner; Kochsalz, Zucker. Durchführung: 1. Gib zwei Spatel Kochsalz in ein Reagenzglas. 2. Erwärme das Reagenzglas bis das Kochsalz geschmolzen ist und lass es anschließend abkühlen. 3. Wiederhole den Versuch mit Zucker anstelle von Kochsalz. Aufgaben: <i>Quelle:</i> Asselborn et al. (2020). Chemie heute SI - Aktuelle Ausgabe. Gesamtband. Schroedel Westermann, S. 62.	Teilaufgabe b erfordert eine weiterführende Begründung auf Basis von Fachkenntnissen.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Fachkenntnisse	6	0.7	874	99.3

N = 880

1.2 Fachmethoden

1.2.1 Mathematik

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Fachmethoden nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>nicht</u> den Kompetenzbereich Fachmethoden.
1	Fachmethoden vorhanden	Der Kompetenzbereich Fachmethoden zeichnet sich anhand folgender, für die Aufgabenstellung erforderter Kompetenzen aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Anfertigen/Nutzen von Standarddarstellungen mathematischer Objekte/Situationen • Erkennen von Beziehungen zwischen Darstellungsformen • Wechsel zwischen Darstellungsformen • Entwicklung eigener Darstellungen • Beurteilung verschiedener Darstellungsformen • Lesen unvertrauter Darstellungen und Beurteilung ihrer Aussagekraft • Nutzung vertrauter/direkt erkennbarer Standardmodelle, z. B. Dreisatz • Überführen einer Realsituation in die Mathematik • Interpretieren eines mathematischen Resultats • Vornehmen von mehrschrittigen Modellierungen • Interpretation von Ergebnissen einer Modellierung und Prüfung der Ausgangssituation • Zuordnung von passender Situation zu einem mathematischen Modell • Modellierung komplexer/unvertrauter Situationen • Das Lösen einer einfachen mathematischen Aufgabenstellung durch Identifikation/Auswahl einer naheliegenden Strategie, z. B. Zeichnen einer einfachen Hilfslinie • Bearbeitung von Problemen, deren Lösung die Anwendung von heuristischen Hilfsmitteln/Strategien/Prinzipien erfordert • Formulierung von Problemen • Überprüfung der Plausibilität von Ereignissen • Bearbeitung anspruchsvoller Probleme • Finden von Lösungsideen • Den mathematischen Aspekt eines realen Problems und die wesentlichen Variablen identifizieren • Die mathematische Struktur (inkl. Regelmäßigkeiten, Beziehungen und Muster) einer Situation oder eines Problems erkennen • Die Situation oder das Problem so zu vereinfachen, sodass es mathematisch analysiert werden kann • Bedingungen und Vermutungen, die hinter einem mathematischen Modell stehen und sich aus dem Kontext ergeben, identifizieren • Aspekte eines Problems, welche bekannten Problemen oder mathematischen Konzepten, Fakten oder Verfahren entsprechen, erkennen • Technologie verwenden (wie z. B. eine Tabelle oder die Listenfunktion eines Grafikrechners), um eine mathematische Beziehung darzustellen, die eine reale Situation beinhaltet • Strategien zur Lösung mathematischer Probleme entwickeln und umsetzen • Mathematische Instrumente, einschließlich Technologie, verwenden, um genaue oder annäherungsweise Lösungen zu erhalten • Mathematische Fakten, Regeln, Algorithmen und Strukturen anwenden • Zahlen, grafische und statistische Daten und Informationen, algebraische Ausdrücke und Gleichungen sowie geometrische Darstellungen manipulieren • Mathematische Diagramme, Grafiken und Konstruktionen erstellen und daraus mathematische Informationen gewinnen • Verschiedenen Darstellungsformen bei der Suche nach Lösungen verwenden und zwischen diesen wechseln • Verallgemeinerungen auf der Grundlage der Ergebnisse der Anwendung mathematischer Verfahren machen • Mathematische Argumente reflektieren und mathematische Ergebnisse erklären und begründen • Die Bedeutung von beobachteten Mustern und Regelmäßigkeiten in Daten bewerten

Quelle: Blum et al. (2010), in Anlehnung an Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	2 Löse mit dem Einsetzungsverfahren. a) $x = 3y + 1$ b) $-4x + 5 = y$ c) $3x + 2y = 8$ d) $3y - 4x = 4$ $4x + 2 = y - 5$ $\frac{1}{3}y - 5 = -2x + 2$ $y = x + 4$ $1 = 3y - x$ Quelle: Baum et al. (2013). Lambacher Schweizer Mathematik 9, Mathematik für Gymnasien, Ausgabe Thüringen ab 2009. Ernst Klett, S. 26.	

1	Tanken Herr Stein wohnt in Trier, 20 km von der Grenze zu Luxemburg entfernt. Er fährt mit seinem VW Golf zum Tanken nach Luxemburg, wo sich direkt hinter der Grenze eine Tankstelle befindet. Dort kostet der Liter Benzin nur 1,05 €, im Gegensatz zu 1,30 € in Trier. Lohnt sich die Fahrt für Herrn Stein? Begründe deine Antwort.  Quelle: Blum et al. (2010). Bildungsstandards Mathematik: konkret. Sekundarstufe I: Aufgabenbeispiele, Unterrichtsanregungen, Fortbildungsideen. Cornelsen, S. 42.	
---	---	--

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

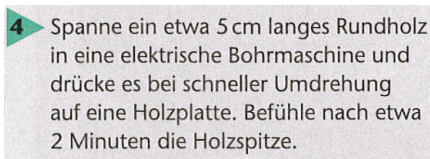
Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Fachmethoden	350	9.4	3392	90.6

N = 3742

1.2.2 Physik

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Fachmethoden nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>nicht</u> den Kompetenzbereich Fachmethoden.
1	Fachmethoden vorhanden	Der Kompetenzbereich Fachmethoden zeichnet sich anhand folgender, für die Aufgabenstellung erforderlichen Kompetenzen aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Beschreibung/Nachvollziehen physikalischer (experimenteller) Arbeitsweisen • Nutzung von Strategien zur Lösung der Aufgabe • Planung/Durchführung/Auswertung/Dokumentation von einfachen Experimenten • Erschließung von Wissen nach Anleitung • Zielgerichtetes Auswählen/Einsetzen unterschiedlicher Fachmethoden, z. B. Experimentieren, Mathematisieren • Selbstständiges Erwerben von Wissen • Verwendung von Analogien/Modellvorstellungen zur Wissensgenerierung • Beurteilung der Gültigkeit empirischer Ergebnisse/deren Verallgemeinerung • Erstellen/Nutzen von Erklärungsmodellen • Nutzen von Repräsentation • Bereitstellung erklärender Hypothesen • Erkennen von Fragestellungen, die in einer naturwissenschaftlichen Studie untersucht wurden/werden können • Vorschlag zur Untersuchung möglicher naturwissenschaftlicher Fragestellungen • Datentransformation von einer Repräsentation in eine andere • Beschreibung/Bewertung der Gewährleistung von Reliabilität/Objektivität/Generalisierbarkeit von Daten/Ergebnissen in Naturwissenschaft • Analyse/Interpretation von Daten/Ziehen von Schlussfolgerungen daraus • Erkennen/Bewerten von Annahmen/Evidenz/Argumentationen in naturwissenschaftlichen Texten, z. B. verschiedener Quellen • Unterscheidung zwischen Argumenten, die auf naturwissenschaftlicher Evidenz/Theorien basieren und denen, die auf anderen Grundlagen beruhen

Quelle: in Anlehnung an Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	 Quelle: Barmer et al. (2006). PRISMA Physik 7-10. Ausgabe A ab 2006. Schulbuch Klasse 7-10. Ernst Klett Verlag, S. 92.	Keine naturwissenschaftlichen Methoden notwendig.
1	2 Geschwindigkeitsänderung a Stellt einen Wagen auf eine leicht geneigte Fahrbahn. Markiert seinen Ort mit einem Stift auf dem Papierstreifen. Lasst den Wagen dann los. Markiert seinen Ort nach 1, 2, 3 ... Sekunden. Tipp: Den Sekundentakt könnt ihr mit einem Metronom einstellen. b Berechnet die Durchschnittsgeschwindigkeit des Wagens in der ersten, zweiten, dritten ... Sekunde. c Tragt in einem Diagramm die Durchschnittsgeschwindigkeit über der Zeit ein. Formuliert das Versuchsergebnis. Quelle: Muckenfuß & Nordmeier (2013a). Natur und Technik – Physik: Differenzierende Ausgabe. Sekundarschule/Gesamtschule – Nordrhein-Westfalen · Band 3. Schülerbuch mit Online-Angebot. Cornelsen, S. 324.	Fachmethoden und Fachkenntnisse erforderlich.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Fachmethoden	272	33.4	542	66.6

N = 814

1.2.3 Biologie

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Fachmethoden nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>nicht</u> den Kompetenzbereich Fachmethoden.
1	Fachmethoden vorhanden	Der Kompetenzbereich Fachmethoden zeichnet sich anhand folgender, für die Aufgabenstellung erforderter Kompetenzen aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Durchführung/Protokollierung von Versuchen nach Anleitung • Anwendung von Arbeitstechniken • Kennen/Verwenden von Untersuchungsmethoden/Modellen • Beschreibung kriterienbezogener Vergleiche • Nutzung/praktische Erstellung von Modellen • Stellen biologischer Fachfragen/Formulieren von Hypothesen • Planung/Durchführung/Deutung von Experimenten • Auswertung von Beobachtungen/Daten • Anwendung biologiespezifischer Arbeitstechniken in neuem Zusammenhang • Kriterienbezogene Analyse von Unterschieden/Gemeinsamkeiten • Erklärung von Sachverhalten • Finden/Formulierung eigenständiger biologischer Fragen/Hypothesen, z. B. mit Modell/auswerten/interpretieren • Anordnung von Organismen anhand selbst gewählter Kriterien • Zielgerichtete Auswahl/Variation von Arbeitstechniken • Kritische Prüfung von Modellen, z. B. auf Aussagekraft • Erstellen/Nutzen von Erklärungsmodellen • Nutzen von Repräsentation • Bereitstellung erklärender Hypothesen • Erkennen von Fragestellungen, die in einer naturwissenschaftlichen Studie untersucht wurden/werden können • Vorschlag zur Untersuchung einer möglichen naturwissenschaftlichen Fragestellung • Datentransformation von einer Repräsentation in eine andere • Beschreibung/Bewertung der Gewährleistung von Reliabilität/Objektivität/Generalisierbarkeit von Daten/Ergebnissen in Naturwissenschaft • Analyse/Interpretation von Daten/Ziehen von Schlussfolgerungen daraus • Erkennen/Bewerten von Annahmen/Evidenz/Argumentationen in naturwissenschaftlichen Texten, z. B. verschiedener Quellen • Unterscheidung zwischen Argumenten, die auf naturwissenschaftlicher Evidenz/Theorien basieren und denen, die auf anderen Grundlagen beruhen

Quelle: Blum et al. (2010), in Anlehnung an Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1	 2 Erläutere am Beispiel der Verdauung die Organisationsstufen eines Organismus.	Anhand des Modells/Beispiels der Verdauung sollen dynamische Prozesse in Ökosystemen erklärt werden.

Quelle: Austenfeld et al. (2017). Natur und Technik - Biologie Neubearbeitung. Baden-Württemberg · 7.-9. Schuljahr. Schülerbuch. Cornelsen, S. 25.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

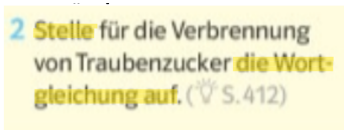
Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Fachmethoden	182	51.4	172	48.6

N = 354

1.2.4 Chemie

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Fachmethoden nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>nicht</u> den Kompetenzbereich Fachmethoden.
1	Fachmethoden vorhanden	Der Kompetenzbereich Fachmethoden zeichnet sich anhand folgender, für die Aufgabenstellung erforderter Kompetenzen aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Beschreibung bekannter Untersuchungsmethoden/Modelle • Durchführung von Untersuchungen nach Anleitung • Auswählen/Anwendung geeigneter Untersuchungsmethoden/Modelle zur Bearbeitung überschaubarer Sachverhalte • Begründetes Auswählen/Anpassung geeigneter Untersuchungsmethoden/Modelle zur Bearbeitung komplexer Sachverhalte • Erstellen/Nutzen von Erklärungsmodellen • Nutzen von Repräsentation • Bereitstellung erklärender Hypothesen • Erkennen von Fragestellungen, die in einer naturwissenschaftlichen Studie untersucht wurden/werden können • Vorschlag zur Untersuchung möglicher naturwissenschaftlicher Fragestellungen • Datentransformation von einer Repräsentation in eine andere • Beschreibung/Bewertung der Gewährleistung von Reliabilität/Objektivität/Generalisierbarkeit von Daten/Ergebnissen in Naturwissenschaft • Analyse/Interpretation von Daten/Ziehen von Schlussfolgerungen daraus • Erkennen/Bewerten von Annahmen/Evidenz/Argumentationen in naturwissenschaftlichen Texten, z. B. verschiedener Quellen • Unterscheidung zwischen Argumenten, die auf naturwissenschaftlicher Evidenz/Theorien basieren und denen, die auf anderen Grundlagen beruhen

Quelle: in Anlehnung an Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
	Quelle: Bose et al. (2020). PRISMA Chemie Differenzierende Ausgabe A ab 2020 Schülerbuch Klasse 7-10. Ernst Klett, S. 287.	
1	Leiten Sie drei Aussagen bezüglich des Elements Barium zum Atom- bau ab. Nutzen Sie dafür die Stellung des Elements im Periodensys- tem der Elemente. Quelle: Eigenentwicklung.	Umgang mit Periodensystem entspricht der Anwendung geeigneter Modelle.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Fachmethoden	382	43.4	498	56.6

N = 880**1.3 Kommunikation****1.3.1 Mathematik**

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Kommunikation nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>nicht</u> den Kompetenzbereich Kommunikation.
1	Kommunikation vorhanden	Der Kompetenzbereich Kommunikation zeichnet sich anhand folgender, für die Aufgabenstellung erforderter Kompetenzen aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Wiedergabe/Anwendung von Routineargumentationen, z. B. Sätze/Verfahren/Herleitungen • Geben von einfachen rechnerischen Begründungen • Argumentation mit Alltagswissen • Darlegung einfacher mathematischer Sachverhalte (mündlich & schriftlich) • Informationsentnahme aus kurzen mathemathikhaltigen Texten/Grafiken/Abbildungen • Nachvollziehen/Erläutern/Entwickeln überschaubarer mehrschrittiger Argumentationen • Beschreibung/Begründung von Lösungsweg • Bewertung von Ergebnissen bzgl. ihrer Anwendungskontexte • Erläuterung von Zusammenhängen/Ordnungen/Strukturen • Darstellung von Überlegungen/Lösungswege/Ergebnisse • Erfassung komplexer mathemathikhaltiger Texte/Grafiken/Abbildungen • Verwendung adressatengerechter Fachsprache • Nutzen/Erläutern/Entwickeln komplexer Argumentationen • Stellen von Fragen, die für Mathematik charakteristisch sind • Äußerung begründeter mathematischer Vermutungen • Erfassen komplexer mathematischer Texte • Darstellung auf eine andere Art eines Problems einschließlich seiner Organisation nach mathematischen Konzepten und angemessen Vermutungen • Verstehen/Erklären von Beziehungen zwischen der kontextspezifischen Sprache eines Problems und der symbolischen und formalen Sprache, die zur mathematischen Darstellung erforderlich ist • Erstellung einer Schritt-für-Schritt-Anleitung zum Lösen von Problemen

Quelle: in Anlehnung an Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	Löse die Gleichung $5x + 4 = 19$.	
Quelle: Eigenentwicklung.		
1	Bruchaddition Beschreibe möglichst genau, wie man zwei Bruchzahlen addiert.	

Quelle: Blum et al. (2010). *Bildungsstandards Mathematik: konkret. Sekundarstufe I: Aufgabenbeispiele, Unterrichtsanregungen, Fortbildungsideen*. Cornelsen, S. 50.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Kommunikation	3336	89.2	406	10.8

N = 3742

1.3.2 Physik

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Kommunikation nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>nicht</u> den Kompetenzbereich Kommunikation.
1	Kommunikation vorhanden	Der Kompetenzbereich Kommunikation zeichnet sich anhand folgender, für die Aufgabenstellung erforderlichen Kompetenzen aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Darstellung von Sachverhalten/Ergebnissen/Erkenntnissen in Wort/Schrift/anderer Form (unter Anleitung) • Stellung sachbezogener Fragen • Fachsprachliche/strukturierte Darstellung von Sachverhalten/Ergebnissen/Erkenntnissen • Sachgerechtes Eingehen auf Beiträge anderer • Sachliche Begründung von Aussagen/Vermutungen • Sach-/adressatengerechtes Auswählen/Anwenden/Reflektieren von Darstellungsformen • Diskutieren von physikalischen Themen • Recherche in unterschiedlichen Quellen • Erstellen von Repräsentationen • Datentransformation von einer Repräsentation in eine andere • Treffen/Begründung angemessener Vorhersagen

Quelle: in Anlehnung an Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	Suche Wörter, in denen das Wort Kraft vorkommt. Sortiere die aus, die mit physikalischen Kräften nichts zu tun haben. Quelle: Barmeier et al. (2006). PRISMA Physik 7-10. Ausgabe A ab 2006. Schulbuch Klasse 7-10. Ernst Klett, S. 92.	
1	3 Welche Maschinen und Fahrzeuge kennst du, die in der Landwirtschaft eingesetzt werden? Suche Bilder, ordne sie und klebe sie auf eine lange Bildleiste. Erkläre deinen Mitschülern, wofür diese Maschinen eingesetzt werden. Quelle: Barmeier, M., Boldt, J., Ciprina, H. J., Heide, M., Hell, K., Herzig, G., Maiworm, J., Méndez, A., Wallaschek, S. (2012). PRISMA Physik 2/3. Ausgabe Nordrhein-Westfalen ab 2010. Schulbuch mit 2 CD-ROMs Klasse 7-10. Ernst Klett., S. 158.	Strukturierte Darstellung von Sachverhalten in anderer Form und sachliche Begründung von Aussagen.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Kommunikation	569	69.9	245	30.1

N = 814

1.3.3 Biologie

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Kommunikation nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>nicht</u> den Kompetenzbereich Kommunikation.
1	Kommunikation vorhanden	Der Kompetenzbereich Kommunikation zeichnet sich anhand folgender, für die Aufgabenstellung erforderlichen Kompetenzen aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Kommunikation eigener Kenntnisse/Arbeitsergebnisse • Nutzung von Fachsprache • Entnahme/Verarbeitung/Kommunikation von Informationen aus leicht erschließbaren Texten/Schemata/anderen Darstellungsformen • Wechsel von Darstellungsformen • Benutzung von Fachsprache in neuen Kontexten • Übersetzung von Fachsprache in Alltagssprache und umgekehrt • Unterscheidung von Alltagsvorstellungen/biologischen Sachverhalten • Nutzung verschiedener Informationsquellen bei Bearbeitung neuer Sachverhalte • Zielführende Nutzung • Eigenständiges sach-/adressatengerechtes Argumentieren/Debattieren • Begründen von Lösungsvorschlägen • Erstellen von Repräsentationen • Datentransformation von einer Repräsentation in eine andere • Treffen/Begründung angemessener Vorhersagen

Quelle: in Anlehnung an Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1	Quastenflosser (Material 1: Textauszug Charles Darwin: Die Entstehung der Arten) „In Übereinstimmung mit meiner Theorie der natürlichen Zuchtwahl muss eine unendliche Zahl von Zwischenformen gelebt haben, die in allmählichen Übergängen die Arten der Gruppen verbanden, wie es ganz ähnlich bei den Varietäten der Fall ist; man könnte deshalb fragen, warum wir diese Bindeglieder nicht finden.“ „Warum liefert nicht jede Sammlung fossiler Überreste den klaren Beweis für eine allmähliche Abstufung und Umwandlung der Lebensformen?“ In der Zusammenfassung der Kapitel 10 und 11 sagt Darwin: „Ich habe nachzuweisen versucht, dass die geologischen Urkunden sehr unvollständig sind; dass nur ein kleiner Teil der Erde geologisch sorgfältig untersucht ist; ...; dass die Zahl der in unseren Sammlungen aufbewahrten Individuen und Arten gar nichts ist im Vergleich zu der Zahl der Generationen, die während einer einzigen Formationszeit¹ untergingen; dass zwischen den meisten Formationen große Zeiträume verstrichen sein müssen, da sich nur während der Senkungsperioden² genügend fossilreiche Ablagerungen anhäufen konnten, um spätere Abtragungen zu überdauern; ... Dies alles zusammen erklärt uns, warum wir trotz der Entdeckung mancherlei Bindeglieder nicht endlose Varietätenreihen auffinden, die zwischen ausgestorbenen und lebenden Arten in feinsten Übergängen vermitteln.“ Und: „Ich versuchte ferner nachzuweisen, dass Zwischenvarietäten geringer an Zahl sind als die von ihnen verbundenen Formen und daher entsprechend den weiteren Abänderungen und Verbesserungen gewöhnlich aus dem Felde geschlagen werden und untergehen.“ [Darwin, Charles. 1969. Die Entstehung der Arten. Reclam Verlag, Stuttgart] Die Entdeckung des Quastenflossers entsprach den Annahmen von Charles Darwin (s. M1). Fassen Sie seine Argumentation – auf den Quastenflosser bezogen – kurz zusammen.	Informationen aus leicht erschließbaren Texten, Schemata und anderen Darstellungsformen entnehmen, verarbeiten und kommunizieren.

Quelle: KMK (2004e). Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Biologie. Beispielaufgabe 1.1.2 A 1, S. 33.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Kommunikation	72	20.3	282	79.7

N = 354

1.3.4 Chemie

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Kommunikation nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>nicht</u> den Kompetenzbereich Kommunikation.
1	Kommunikation vorhanden	Der Kompetenzbereich Kommunikation zeichnet sich anhand folgender, für die Aufgabenstellung erforderlichen Kompetenzen aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Erfassung/Wiedergabe bekannter Informationen in fachlich relevanten Darstellungsformen • Erfassung von Informationen, die situations-/adressatengerecht, z. B. unter Verwendung der Fachsprache, in geeigneten Darstellungsformen veranschaulicht werden • Recherche/Auswertung von Informationen • Reflexion von Informationen, die für eigene Argumentationen genutzt werden • Erstellen von Repräsentationen • Datentransformation von einer Repräsentation in eine andere • Treffen/Begründung angemessener Vorhersagen

Quelle: in Anlehnung an Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	Gib die Summenformel folgender Salzverbindungen an: a) Aluminium-(III)-Oxid b) Silber-(I)-Chlorid c) Eisen-(II)-Oxid Quelle: In Anlehnung an eine Aufgabe aus Arndt et al. (2017). Fokus Chemie – Neubearbeitung. Gymnasium Baden-Württemberg · Gesamtband. Schülerbuch. Cornelsen, S. 123.	Keine Kommunikation, sondern ausschließlich Fachmethode, da hier lediglich die Formelbezeichnung der Elemente aus dem Periodensystem abgelesen und sinnvoll verknüpft werden müssen.
1	Zeichne die Strukturformel von Glucose. Quelle: Eigenentwicklung.	Kommunikation, da chemische Sachverhalte anhand einer Darstellung veranschaulicht/erklärt werden.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Kommunikation	523	59.4	357	40.6

N = 880

1.4 Reflexion

1.4.1 Mathematik

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Reflexion nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>nicht</u> den Kompetenzbereich Reflexion.
1	Reflexion vorhanden	Der Kompetenzbereich Reflexion zeichnet sich anhand folgender, für die Aufgabenstellung erforderter Kompetenzen aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Reflexion/kritische Beurteilung verwendeter mathematischer Modelle, z. B. Formeln • Reflexion von Lösungswegen • Bewertung verschiedener Argumentationen • Bewertung von Äußerungen anderer zu mathematischen Inhalten • Verschiedene Formen der Darstellung beurteilen • Lesen nicht vertrauter Darstellungen und Beurteilen ihrer Aussagekraft • Bewertung von Lösungs-/Kontrollverfahren hinsichtlich ihrer Effizienz • Reflexion von Möglichkeiten/Grenzen mathematischer Werkzeuge • Bewertung der Sinnhaftigkeit einer mathematischen Lösung im realen Kontext des Problems • Kontextbezogene Beurteilung über die Anpassung/Anwendung von Ergebnissen (Verstehen, wie sich die reale Welt auf die Ergebnisse und Berechnungen einer mathematischen Prozedur oder eines Modells auswirkt) • Erklärung für die sinnvolle Erachtung eines mathematischen Ergebnisses/Schlussfolgerung im Kontext eines realen Problems • Verwendung von mathematischem und algorithmischem Denken für das Treffen von Vorhersagen/Beweisen von Argumenten/Testung und Vergleich von Lösungsvorschlägen

Quelle: in Anlehnung an Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	8  Bestimme die Lösung der Exponentialgleichung mithilfe der Logarithmusdefinition. Dein Banknachbar bestimmt die Lösung durch Logarithmieren. Vergleiche eure Ergebnisse. a) $4^x = 128$ b) $10^{x+1} = 0,01$ c) $7 \cdot 2^x - 210 = 4 \cdot 2^x$ d) $3^{2x} = 0,75$	
	Quelle: Baum et al. (2008). Lambacher Schweizer Mathematik 9, Mathematik für Gymnasien, Allgemeine Ausgabe ab 2006, Ernst Klett Verlag, S. 200.	
1	Diagnose einer Krankheit Ein medizinischer Test dient der Diagnose einer bestimmten Krankheit. Der Test ist recht zuverlässig: Mithilfe des Tests wird die Krankheit bei 90% aller tatsächlich erkrankten Personen nachgewiesen, allerdings zeigt er auch bei Gesunden in 5% aller Fälle irrtümlich eine Erkrankung an. In der Bevölkerung leiden 0,4% aller Männer über 50 Jahren an dieser Krankheit. a) Es werden 15000 Männer über 50 Jahren untersucht. Bestimme die Anzahl der Personen, die an der betreffenden Krankheit erkrankt bzw. nicht erkrankt sind. b) Berechne den prozentualen Anteil der Männer, bei denen das Testergebnis „nicht erkrankt“ lautet. c) Bei einer zufällig herausgegriffenen Person lautet das Testergebnis „erkrankt“. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Person tatsächlich an dieser Krankheit leidet? d) Ein Mediziner schlägt vor, diesen Test für alle Männer ab 50 Jahren verpflichtend zu machen. Bewerte den Vorschlag aufgrund deiner Ergebnisse in c). Der Test wird nun an einem Mann durchgeführt, der zu einer so genannten Risikogruppe gehört: Hier liegt der Anteil der Männer über 50 Jahren, die an der Krankheit leiden, bei 40%. Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, dass die Person tatsächlich an dieser Krankheit leidet, wenn das Testergebnis „krank“ lautet?	
	Quelle: Körner et al. (2017a). Mathematik Neue Wege, SI - Ausgabe 2016 für das Saarland, Schroedel Verlag, S. 156.	

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

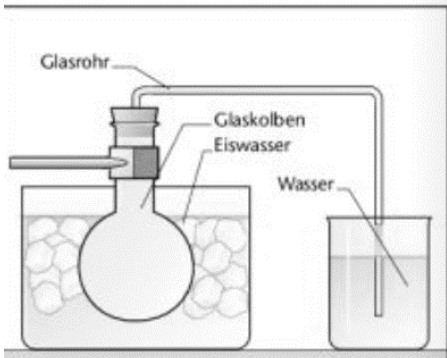
Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Reflexion	3681	98.4	61	1.6

N = 3742

1.4.2 Physik

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Reflexion nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>nicht</u> den Kompetenzbereich Reflexion.
1	Reflexion vorhanden	Der Kompetenzbereich Reflexion zeichnet sich anhand folgender, für die Aufgabenstellung erfordernden Kompetenzen aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Benennung von Auswirkungen physikalischer Erkenntnisse • Beurteilen/Benennung der Bedeutung physikalischer Erkenntnisse, z. B. in historischen/gesellschaftlichen Zusammenhängen • Erläuterung einfacher, auch technischer Kontexte aus physikalischer Sicht • Beurteilung/Kommentierung von vorgegebenen physikalischen Bewertungen • Nutzen physikalischer Erkenntnisse als Basis für die Bewertung eines Sachverhalts • Einordnung von Phänomenen in einen physikalischen Kontext • Vergleich/Bewertung alternativer technischer Lösungen, z. B. unter Berücksichtigung physikalischer/ökonomischer/sozialer/ökologischer Aspekte • Bewertung der Möglichkeiten zur naturwissenschaftlichen Untersuchung einer Fragestellung • Erklärung möglicher Konsequenzen naturwissenschaftlichen Wissens für die Gesellschaft

Quelle: in Anlehnung an Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	2 Was passiert, wenn der erwärmte Glaskolben (> B 4) in Eiswasser eingetaucht wird? 	Keine Benennung von Auswirkung physikalischer Erkenntnisse, sondern nur Benennung der direkten physikalischen Konsequenz eines Versuchs.

Quelle: Barmeier et al. (2006). PRISMA Physik 7-10. Ausgabe A ab 2006. Schulbuch | Klasse 7-10. Ernst Klett, S. 78.

1	Aufgaben ■ Wenn der Wind nach Südwesten gedreht hätte, wäre die radioaktive Wolke aus Fukushima nach Tokio geweht. In Tokio leben etwa 9 Millionen Menschen. Wie hätte man sie schützen können? ■ In Japan gibt es immer wieder Erdbeben und Tsunamis. Trotzdem stehen dort mehr als 50 Kernkraftwerke. Warum geht Japan dieses Risiko ein? Stelle Vermutungen auf. Bewerte Japans Entscheidung. <i>Quelle: Muckenfuß & Nordmeier (2013b). Natur und Technik – Physik: Differenzierende Ausgabe. Realschule Nordrhein-Westfalen · 9./10. Schuljahr. Schülerbuch mit Online-Angebot. Cornelsen, S. 403.</i>	• Erklärung möglicher Konsequenzen naturwissenschaftlichen Wissens für die Gesellschaft • Bewertung alternativer technischer Lösungen, z. B. unter Berücksichtigung sozialer/ökologischer Aspekte • Nutzen physikalischer Erkenntnisse als Basis für die Bewertung eines Sachverhalts
---	--	---

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Reflexion	747	91.8	67	8.2

N = 814

1.4.3 Biologie

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Reflexion nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>nicht</u> den Kompetenzbereich Reflexion.
1	Reflexion vorhanden	Der Kompetenzbereich Reflexion zeichnet sich anhand folgender, für die Aufgabenstellung erfordernden Kompetenzen aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Wiedergabe biologischer Sachverhalte in bekanntem Bewertungskontext • Nachvollziehen von Bewertungen • Erkennen/Beschreiben bekannter/neuer Bewertungskriterien zu Gesundheit/Menschenwürde/intakte Umwelt/Nachhaltigkeit • Erläuterung biologischer Sachverhalte in neuen Bewertungskontext • Erkennen/Beschreibung von Entscheidungen bezüglich Mensch/Natur in einem neuen Bewertungskontext • Erklärung biologischer Sachverhalte in einem neuem Bewertungskontext • Einnehmen von Fremdperspektiven/Verständnisentwicklung für andersartige Entscheidungen • Eigenständige Stellungnahme, z. B. in Bezug auf gesellschaftlicher Verhandelbarkeit von Werten • In Beziehung Setzen von Sachverhalten mit Werten zu Gesundheit/Menschenwürde/intakte Umwelt/Nachhaltigkeit • Bewertung der Möglichkeiten zur naturwissenschaftlichen Untersuchung einer Fragestellung • Erklärung möglicher Konsequenzen naturwissenschaftlichen Wissens für die Gesellschaft

Quelle: in Anlehnung an Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1	Quastenflosser/Aktuelle Forschung: Latimeria in ihrem Lebensraum Seitdem die Jago, ein Forschungs-U-Boot, Beobachtungen auch in größerer Meerestiefe erlaubt, konnte das Wissen über Latimeria deutlich erweitert werden. Außerdem wurden in der Nähe der Komoren mittlerweile mehr als 100 Exemplare gefangen und wissenschaftlich untersucht; nur einzelne Exemplare konnten wenige Tage am Leben erhalten werden. Bis heute darf Latimeria zu Forschungszwecken gefangen werden. Nehmen Sie kurz Stellung.	

Quelle: KMK (2004e). Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Biologie. Beispielaufgabe 1.1.2 A5, S. 32.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Reflexion	303	85.6	51	14.4

N = 354

1.4.4 Chemie

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Reflexion nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>nicht</u> den Kompetenzbereich Reflexion.
1	Reflexion vorhanden	Der Kompetenzbereich Reflexion zeichnet sich anhand folgender, für die Aufgabenstellung erfordernden Kompetenzen aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Erkennen/Wiedergabe vorgegebener Argumente zur Bewertung eines chemischen Sachverhaltes • Auswählen/Nutzen geeigneter Argumente zur Bewertung eines Sachverhaltes • Abwägen von Argumenten zur Bewertung eines Sachverhaltes aus verschiedenen Perspektiven • Reflexion von Entscheidungsprozessen • Bewertung der Möglichkeiten zur naturwissenschaftlichen Untersuchung einer Fragestellung • Erklärung möglicher Konsequenzen naturwissenschaftlichen Wissens für die Gesellschaft

Quelle: in Anlehnung an Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	Versuch 2: Erhitzen von Kochsalz und Zucker  Materialien: Spatel, Gasbrenner; Kochsalz, Zucker. Durchführung: 1. Gib zwei Spatel Kochsalz in ein Reagenzglas. 2. Erwärme das Reagenzglas bis das Kochsalz geschmolzen ist und lass es anschließend abkühlen. 3. Wiederhole den Versuch mit Zucker anstelle von Kochsalz. Aufgaben:	Keine Benennung von globalen Auswirkungen, sondern der direkten chemischen Konsequenzen des Versuchs.
1	Station 3: Feuer und Luft Der Mensch fördert und verbrennt Erdgas, Kohle und Erdöl zur Gewinnung von Energie [B6]. Dabei entstehen auch Verbrennungsprodukte, die als Schadstoffe in die Luft gelangen [B8]. Erstellt in eurer Gruppe eine Tabelle zu den Luftschadstoffen, die ihr kennt und beschreibt, welche Auswirkungen sie auf unser Klima haben.	Quelle: Asselborn et al. (2020). Chemie heute SI - Aktuelle Ausgabe. Gesamtband. Schroedel Westermann, S. 62.
	Quelle: Gietz et al. (2020). Elemente Chemie 7-10. Ausgabe Nordrhein-Westfalen ab 2019. Schulbuch Klasse 7-10. Ernst Klett, S. 91.	

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Reflexion	847	96.3	33	3.7

N = 880

2. Das motivationale Potenzial von Aufgaben

2.1 Innere Differenzierung

2.1.1 Zielstruktur

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Zielstruktur nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung ermöglicht keine Differenzierung zwischen unterschiedlichen Kompetenzniveaus der Schüler*innen auf Ebene der Zielstruktur.
1	Zielstruktur vorhanden	Zielstruktur zeichnet sich mit Hilfe konkreter Hinweise anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Lernziele, die deutlich zwischen dem Kern- und Wahlbereich der Aufgabenbearbeitung unterscheiden • Aufgabenalternativen, zwischen denen gewählt werden kann • Hilfen bei der Zielerreichung (Tipps zur Aufgabenbearbeitung/Begriffsklärung)

Quelle: Bönsch & Mögling (2012).

Code	Beispiel	Erläuterung												
0	16 Steckbrief der roten Blutkörperchen <table><tr><td>Durchmesser</td><td>7,5 Mikrometer (μm)</td></tr><tr><td>Dicke</td><td>2 μm am Rand und 1 μm im Zentrum</td></tr><tr><td>Konzentration im Blut</td><td>4,5 bis 5,5 Mio. pro mm^3</td></tr><tr><td>Anzahl im Blut</td><td>24 bis 30 Billionen</td></tr><tr><td>Neuproduktion des Körpers</td><td>etwa 200 Milliarden pro Tag</td></tr><tr><td>Gesamtoberfläche</td><td>4000 bis 4500 m^2</td></tr></table> a) Gib den Durchmesser und die Dicke der roten Blutkörperchen in Millimetern an. b) Wandle die anderen Angaben in die wissenschaftliche Schreibweise um. c) Könnte man theoretisch mit der Oberfläche aller roten Blutkörperchen eines Menschen ein Fußballfeld abdecken? d) Wie viele rote Blutkörperchen werden pro Sekunde neu gebildet? e) Wie viel Prozent der Blutkörperchen werden täglich neu gebildet? f) Mit welchem Vergrößerungsfaktor wurde das Foto in der Randspalte aufgenommen? Quelle: Wennekers (2017). Zahlen und Größen 9 - Berlin-Brandenburg. Cornelsen, S.23.	Durchmesser	7,5 Mikrometer (μm)	Dicke	2 μm am Rand und 1 μm im Zentrum	Konzentration im Blut	4,5 bis 5,5 Mio. pro mm^3	Anzahl im Blut	24 bis 30 Billionen	Neuproduktion des Körpers	etwa 200 Milliarden pro Tag	Gesamtoberfläche	4000 bis 4500 m^2	Der Inhalt des Kästchens entspricht keinen Hilfestellungen, sondern Informationen, die zur Bearbeitung der Aufgabe wichtig sind.
Durchmesser	7,5 Mikrometer (μm)													
Dicke	2 μm am Rand und 1 μm im Zentrum													
Konzentration im Blut	4,5 bis 5,5 Mio. pro mm^3													
Anzahl im Blut	24 bis 30 Billionen													
Neuproduktion des Körpers	etwa 200 Milliarden pro Tag													
Gesamtoberfläche	4000 bis 4500 m^2													
1	Ein Guthaben von 2300€ soll für mehrere Jahre fest angelegt werden. Hierzu gibt es folgende Angebote: 2,9% jährliche Verzinsung bei einer Laufzeit von 5 Jahren oder 3,5% jährliche Verzinsung bei einer Laufzeit von 10 Jahren. Bitte bearbeite Teilaufgabe a. Teilaufgabe b kannst du bei Interesse zusätzlich bearbeiten. a) Berechne für beide Angebote das Guthaben am Ende der Laufzeit sowie die Zinsen. b) Vergleiche die beiden Angebote für den Fall, dass nach Ablauf der 5-jährigen Laufzeit das neue Guthaben wiederum für weitere 5 Jahre angelegt wird. Quelle: Eigenentwicklung.	Lernziele, die deutlich zwischen den Kern- und Wahlbereich der Aufgabenbearbeitung unterscheiden.												

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Zielstruktur	5689	96.8	188	3.2

N = 5877

2.1.2 Inhaltsstruktur

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Inhaltsstruktur nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung ermöglicht <u>keine</u> Differenzierung zwischen unterschiedlichen Kompetenzniveaus der Schüler*innen auf Ebene der Inhaltsstruktur.
1	Inhaltsstruktur vorhanden	Inhaltsstruktur zeichnet sich mit Hilfe konkreter Hinweise anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Voneinander abgegrenzte, teilschrittige Aufgabenstellungen, z. B. durch a), b), c) mit steigendem Schwierigkeitsgrad • Unterschiedliche Formen zur Visualisierung des Aufgabeninhalts, z. B. Infographik/Text/Diagramm → gleicher Inhalt in mind. zwei Visualisierungsformen • Unterschiedliche Materialarten zur Bearbeitung, z. B. Textmaterial/ Experimentiermaterial/wissenschaftliche Literatur(-hinweise) • Selbstständiges Auswählen des „Materials“ zur Bearbeitung der Aufgabe

Anmerkung: Sobald der erste Indikator bei einer Analyseseinheit zutrifft, wird Code 1 für alle weiteren Analyseseinheiten der Aufgaben vergeben.

Quelle: Bönsch & Moegling (2012), Deci & Ryan (1993), Kassirra & Rausch (2016), in Anlehnung an Furtak & Kunter (2012).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	9 Löse das Gleichungssystem. Wähle selbst ein geeignetes Verfahren. a) $5(4x + 3y) + 7 = 42$ $4(5x + 4y) - 15 = 17$ b) $10(x + y) = 77 - x - y$ $2(5x - 1) + y = 2(10y + x)$ c) $3(x - 2) + y + 5 = -2$ $4(x + 3) + 3(y - 1) = 11$ d) $5(x - 2y) + (y + 3) = 32$ $-(y - 5) - (10 - x) = 0$ e) $4(x + 19) - 3(y - 1) = 0$ $3(x - 3) - 3(y - 1) = 0$ f) $(x + 4)(y - 7) = xy - 56$ $7x - 5y = 0$	Bei der Wahl von Lösungsverfahren handelt es sich nicht um die Wahl zwischen unterschiedlichen Materialien zur Bearbeitung.
1	Sucht Bilder von <i>Brücken (Frontalansichten)</i> im Internet. Prüft mit einem Computerprogramm, ob sich durch die <i>Brückenbögen</i> Parabeln legen lassen oder fertig eine Skizze an und prüft die Parabeln mit eurer Parabelschablone.	Unterschiedliche Materialarten zur Bearbeitung der Aufgabenstellung, die selbst ausgewählt werden können.

Quelle: Eigenentwicklung.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Inhaltsstruktur	5839	99.4	38	0.6

N = 5877

2.1.3 Prozessstruktur

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Prozessstruktur nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung ermöglicht <u>keine</u> Differenzierung zwischen unterschiedlichen Kompetenzniveaus der Schüler*innen auf Ebene der Prozessstruktur.
1	Prozessstruktur vorhanden	Prozessstruktur zeichnet sich mit Hilfe konkreter Hinweise anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Unterschiedliche Möglichkeiten zur Bearbeitung je nach individuellem Arbeitstempo • Eigenständige zeitliche Strukturierung der Aufgabenbearbeitung • Selbstständige Verantwortung für Deadlines hinsichtlich der Bearbeitung der Aufgabenstellung

Quelle: Bönsch & Moegling (2012), Deci & Ryan (1993), in Anlehnung an Furtak & Kunter (2012).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	„Quadrate an einem Dreieck“ 1. Vermutung aufstellen. 2. Vermutung nachweisen. 3. Satz formulieren. 4. Zum Weiterforschen.“ Quelle: Baum et al. (2020). Lambacher Schweizer Mathematik 9 - G8, Mathematik für Gymnasien, Ausgabe Nordrhein-Westfalen ab 2016. Ernst Klett, S. 71.	Die Aufgabe enthält keinen Hinweis, dass bei den unterschiedlichen Arbeitsschritten eigene Strukturierungen in Bezug auf die Zeit oder das Tempo möglich sind.
1	„Bearbeite Teilaufgabe 1. Wenn du damit fertig bist, kannst du Teilaufgabe b und c bearbeiten.“ Quelle: Eigenentwicklung.	Unterschiedliche Möglichkeiten zur Bearbeitung je nach Arbeitstempo.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Prozessstruktur	5839	99.4	38	0.6

N = 5877

2.1.4 Handlungsstruktur

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Handlungsstruktur nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung ermöglicht <u>keine</u> Differenzierung zwischen unterschiedlichen Kompetenzniveaus der Schüler*innen auf Ebene der Handlungsstruktur.
1	Handlungsstruktur vorhanden	Handlungsstruktur zeichnet sich mit Hilfe konkreter Hinweise anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Unterschiedliche Gestaltungsformate hinsichtlich der Erarbeitung, z. B. Analyse eines Bildes/einer Karikatur/eines Diagramms oder Rollenspiel, Planspiel, Pro-Contra-Debatte • Eigenständige Wahl der Form von Ergebnissen, z. B. Präsentation/Portfolios

Quelle: Bönsch & Moegling (2012), Deci & Ryan (1993), in Anlehnung an Furtak & Kunter (2012).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1	Erstelle ein Plakat oder eine Präsentation zum Thema Satz des Pythagoras vor. Quelle: Eigenentwicklung.	

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Handlungsstruktur	5872	99.9	5	0.1

N = 5877

2.1.5 Sozialstruktur

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Sozialstruktur nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung ermöglicht <u>keine</u> Differenzierung zwischen unterschiedlichen Kompetenzniveaus der Schüler*innen auf Ebene der Sozialstruktur.
1	Sozialstruktur vorhanden	Sozialstruktur zeichnet sich mit Hilfe konkreter Hinweise anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Wahlmöglichkeit, in welcher sozialen Form die Aufgabenstellung bearbeitet wird, z. B. in Einzel-/Gruppenarbeit • Wahlmöglichkeit, ob PartnerInnen/Gruppenmitglieder selbstständig ausgewählt werden/man in einer statischen Konstellation bleibt • Unterschiedliche Formen der Aufgabebearbeitung bei den jeweiligen Arbeitsschritten, z. B. Einzelarbeit/gegenseitige Vorstellung/Vorstellung im Plenum

Quelle: Bönsch & Moegling (2012), Deci & Ryan (1993), in Anlehnung an Furtak & Kunter (2012).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	Partnerarbeit: <i>Zeichnet beide eine achsensymmetrische Figur – entweder selbst ausgedacht oder aus dem Heft. Tauscht eure Zeichnungen und überprüft gegenseitig die Symmetrie.</i>	Wahlmöglichkeit bezieht sich nicht auf die Sozialform, sondern Aufgabebearbeitung.
	Quelle: Eigenentwicklung.	
1	Die Aufgaben auf dieser Seite kannst du alleine oder gemeinsam mit einer Partnerin oder einem Partner lösen. Überlegt euch gut, welche Arbeitsform für euch am besten passt – wichtig ist, dass ihr konzentriert und im eigenen Tempo arbeitet.	Selbständige Wahlmöglichkeit, ob allein oder in Partnerarbeit gearbeitet wird.
	Quelle: Eigenentwicklung.	

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Sozialstruktur	5871	99.9	6	0.1

N = 5877

2.2 Lebensweltbezug

2.2.1 Konstruierter Lebensweltbezug

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Konstruierter Lebensweltbezug nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung enthält <u>keine</u> Verknüpfung zwischen Fachwissen und der Erfahrungswelt der Lernenden.
1	Konstruierter Lebensweltbezug vorhanden	Konstruierter Lebensweltbezug zeichnet sich durch folgende Merkmale aus (mind. 1 Indikator zutreffend): - Die Aufgabenstellung beinhaltet die Verknüpfung zwischen Fachwissen und einer sehr stark konstruierten Lebenswelt - Inhalt der Aufgabenstellung entspricht eher nicht den Erfahrungen eines 15-jährigen Jugendlichen

Quelle: Blum et al. (2010), in Anlehnung an Jordan et al. (2006).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	2 Das Wasser der Jagst hat normalerweise einen pH-Wert von ca. 8,2. Nach den Löscharbeiten konnte direkt am Unfallort ein pH-Wert von 7,6 gemessen werden, 5 km flussabwärts blieb jedoch der pH-Wert völlig unverändert. Erkläre (► C3).	Sinnvolle Anwendung von Fachwissen im Alltag eines 15-jährigen Jugendlichen, daher authentischer Lebensweltbezug.
Quelle: Arndt et al. (2017). Fokus Chemie – Neubearbeitung. Gymnasium Baden-Württemberg · Gesamtband. Schülerbuch. Cornelsen, S. 167.		
1	5 a) Familie Müller und Familie Meier gehen ins Kino. Familie Müller kauft drei Karten für Kinder und zwei Karten für Erwachsene und zahlt dafür 35,80 €. Familie Meier kauft zwei Karten für Kinder und drei Karten für Erwachsene und zahlt 37,70 €. Berechne mithilfe eines Gleichungssystems den Preis einer Kinokarte für Kinder und Erwachsene.	Kontext der Aufgabenstellungen ist stark konstruiert und inhaltlich austauschbar.
Quelle: Baum et al. (2013). Lambacher Schweizer Mathematik 9, Mathematik für Gymnasien, Ausgabe Thüringen ab 2009. Ernst Klett, S. 154.		

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Konstruierter_Lebensweltbezug	4507	76.7	1370	23.3

N = 5877

2.2.2 Authentischer Lebensweltbezug

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Authentischer Lebensweltbezug nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung enthält <u>keinen</u> authentischen Lebensweltbezug.
1	Authentischer Lebensweltbezug vorhanden	Authentischer Lebensweltbezug zeichnet sich durch folgende Merkmale aus (mind. 1 Indikator zutreffend): - Sinnvolle Anwendungen von Fachwissen im Alltag/Berufsleben eines 15-jährigen Jugendlichen - Praktiken innerhalb einer Aufgabe sind als tatsächliche Erfahrungen eines 15-jährigen Jugendlichen denkbar

Quelle: Blum et al. (2010), in Anlehnung an Jordan et al. (2006).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	Uschi kauft mit ihrem Vater ein. Im Schreibwarengeschäft kaufen sie 3 Abenteuerbücher zu je 9 € und eine Schachtel Buntstifte zu 6 €. Wie viel bezahlen Sie dort? Quelle: Eigenentwicklung.	Kontext der Aufgabenstellungen ist stark konstruiert und inhaltlich austauschbar, daher konstruierter Lebensweltbezug.
1	7 [👥@📱] Sucht Bilder von Brücken (Frontalansichten) im Internet. Prüft mit einem Computerprogramm, ob sich durch die Brückenbögen Parabeln legen lassen. Quelle: Böer et al. (2008). mathe live 9E, Mathematik für Sekundarstufe I, Bundesausgabe ab 2006, Klasse 9 (E-Kurs). Ernst Klett, S. 111.	Sinnvolle Anwendungen von Fachwissen im Alltag/Berufsleben eines 15-jährigen Jugendlichen.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Authentischer_Lebensweltbezug	5694	96.9	183	3.1

N = 5877

2.2.3 Realer Lebensweltbezug

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Realer Lebensweltbezug nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung enthält <u>keinen</u> realen Lebensweltbezug.
1	Realer Lebensweltbezug vorhanden	Realer Lebensweltbezug zeichnet sich durch folgende Merkmale aus (mind. 1 Indikator zutreffend): - Differenz von Aufgabenstellung und Lebenswelt/eigener Erfahrungswelt eines 15-jährigen Jugendlichen geht gegen Null - Die Aufgabenstellung beschreibt eine für 15-jährige Jugendliche reale Problemstellung

Quelle: Blum et al. (2010), in Anlehnung an Jordan et al. (2006).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	Es gibt eine Möglichkeit, nur mit einem Seil, und ein paar Knoten darin, einen rechten Winkel herzustellen. Wie das geht, könnt ihr hier ausprobieren: Übrigens Statt Knoten werden hier Striche gesetzt. 1 [👥🔗] Stellt selbst ein „Knoten-Seil“ her. - Nehmt eine 150 cm lange Schnur. - Setzt nach 15 cm einen Filzstiftstrich. - Setzt 10 cm dahinter den nächsten Strich. - Setzt auf diese Weise hintereinander 13 Striche. - Verknotet nun den ersten und letzten Strich zu einer Markierung und schneidet die überstehenden Teile ab. Quelle: Böer, H. et al. (2008). mathe live 9E, Mathematik für Sekundarstufe I, Bundesausgabe ab 2006, Klasse 9 (E-Kurs). Ernst Klett, S. 64.	Auch Aufgaben, die die Schüler*innen selbst ausführen sollen, müssen nicht unbedingt einen realen Lebensweltbezug haben. Wenn der Aufgabeninhalt (wie hier) nichts mit der Lebenswelt von 15-Jährigen zu tun hat.
1	Wie lang musst du dein monatliches Taschengeld sparen, um dir deinen aktuellen Wunsch leisten zu können? Quelle: Eigenentwicklung.	Die Schüler*innen werden persönlich angesprochen und die mathematische Fragestellung auf deren Lebenswelt bezogen.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Realer_Lebensweltbezug	5791	98.5	86	1.5

N = 5877

2.3 Autonomieunterstützung**2.3.1 Organisatorische Autonomieunterstützung**

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Organisatorische Autonomieunterstützung nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung enthält <u>keine</u> konkreten Hinweise zur organisatorischen Autonomieunterstützung.
1	Organisatorische Autonomieunterstützung vorhanden	Organisatorische Autonomieunterstützung zeichnet sich <u>mit Hilfe konkreter Hinweise</u> anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Selbstständiges Auswählen von Partner-/Gruppenmitgliedern • Selbstständige Verantwortung für Deadlines hinsichtlich der Bearbeitung der Aufgabenstellung

Quelle: in Anlehnung an Furtak & Kunter (2012).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	4 Bildet Vierergruppen und erstellt ein Plakat, auf dem der tägliche Energiebedarf eines Jugendlichen dargestellt wird. a) Paul, 14 Jahre alt, 1,70m groß und er wiegt 65kg. Sein Hobby ist Fußball. Er trainiert viermal pro Woche je 2 Stunden und joggt täglich 30 Minuten. Quelle: Barmer et al. (2009). PRISMA Physik 3. Ausgabe Niedersachsen ab 2008. Schulbuch mit CD-ROM Klassen 9/10. Ernst Klett Verlag, S. 173.	Kein konkreter Hinweis zum selbstständigen Auswählen der Gruppenmitglieder.
1	Bearbeite die Aufgaben 1-5 auf S.87 zum Thema „quadratische Gleichungen“ bis Ende der Woche. Wann du welche Aufgabe erledigst, kannst du selbst entscheiden. Bitte erledige die Aufgaben rechtzeitig vor der Besprechung in der Klasse.	Eigenständige zeitliche Strukturierung der Aufgabenbearbeitung und selbstständige Verantwortung für die Deadline.

Quelle: Eigenentwicklung.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

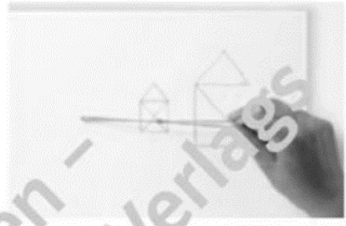
Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Organisatorische_Autonomieunterstützung	5875	100	2	0

N = 5877

2.3.2 Prozedurale Autonomieunterstützung

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Prozedurale Autonomieunterstützung nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung enthält <u>keine</u> konkreten Hinweise zur prozeduralen Autonomieunterstützung.
1	Prozedurale Autonomieunterstützung vorhanden	Prozedurale Autonomieunterstützung zeichnet sich <u>mit Hilfe konkreter Hinweise</u> anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Selbstständiges Auswählen des „Materials“ zur Bearbeitung der Aufgabe • Eigenständige Wahl der Form von Ergebnissen, z. B. Präsentation/Portfolio

Quelle: in Anlehnung an Furtak & Kunter (2012).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1	Die Zeichnung eines Hauses wird vergrößert. Dabei hilft ein gut dehnbares Gummiband. a) Beschreibe das Verfahren. b) Probiere die Konstruktion im Heft aus. Wähle selbst eine geeignete Figur. Auch die Lage des Punktes Z kannst du beliebig wählen. 	Selbstständiges Auswählen des „Materials“ zur Bearbeitung der Aufgabe. „Material“ entspricht hier der „geeigneten Figur“.

Quelle: Böer, H. et al. (2018). mathe live 9E, Mathematik für Sekundarstufe I, Ausgabe W ab 2014, Klasse 9 (E-Kurs), S. 25.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

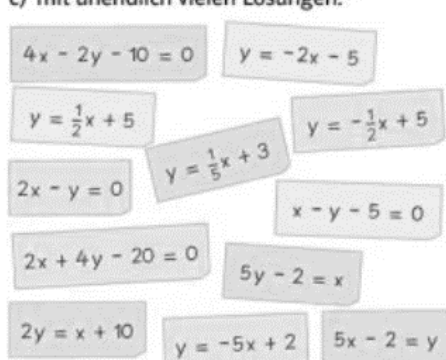
Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Prozedurale_Autonomieunterstützung	5873	99.9	4	0.1

N = 5877

2.3.3 Kognitive Autonomieunterstützung

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Kognitive Autonomieunterstützung nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung enthält <u>keine</u> konkreten Hinweise zur kognitiven Autonomieunterstützung.
1	Kognitive Autonomieunterstützung vorhanden	Kognitive Autonomieunterstützung zeichnet sich <u>mit Hilfe eines konkreten Hinweises</u> anhand folgenden Merkmals aus: • Wahlmöglichkeit zwischen verschiedenen Lösungsansätzen der Aufgabe

Quelle: in Anlehnung an Furtak & Kunter (2012).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	34 Wähle zwei Gleichungen aus und bilde daraus ein Gleichungssystem a) mit einer Lösung, b) mit keiner Lösung, c) mit unendlich vielen Lösungen. 	Hier fehlt der konkrete Hinweis darauf, dass zwischen verschiedenen Lösungsansätzen gewählt werden kann. Teilaufgaben a-c geben die Lösungsansätze bereits vor.

Quelle: Böer et al. (2008). mathe live 9E, Mathematik für Sekundarstufe I, Bundesausgabe ab 2006, Klasse 9 (E-Kurs). Ernst Klett., S. 51.

1	löse die quadratischen Gleichungen. Entscheide zunächst, nach welchem Verfahren du rechnen willst. (1) $3x^2 - 4x - 4 = 0$ (2) $(x + 7)^2 = 5$ (3) $15x^2 = 5x$ (4) $8x^2 - 16 = 0$ (5) $x^2 + 14x + 49 = 0$ (6) $x^2 + 20x = 0$ (7) $(x + 3)^2 = 36$ (8) $(x + 6)(x - 4) = 0$
Quelle: Baeger et al. (2019). Mathematik Neue Wege SI - Ausgabe 2013 für Nordrhein-Westfalen, Hamburg und Bremen G8, Schroedel, S. 109/18c.	

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Kognitive_Autonomieunterstützung	5857	99.7	20	0.3

N = 5877

2.3.4 Wahlmöglichkeiten von Beispielen

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Wahlmöglichkeit von Beispielen nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung enthält <u>keinen</u> konkreten Hinweis, mit einem oder mehreren selbstgewählten Beispiel/en die Aufgabe zu bearbeiten.
1	Wahlmöglichkeit von Beispielen vorhanden	Wahlmöglichkeit von Beispielen zeichnet sich <u>mit Hilfe eines konkreten Hinweises</u> anhand folgenden Merkmals aus: Bearbeitung der Aufgabe mit einem oder mehreren selbstgewählten Beispielen

Quelle: wurde induktiv entwickelt.

Code	Beispiel	Erläuterung
0	Aufgaben 14 Wie kommt der Brennpunkt zu seinem Namen? Das olympische Feuer wird mit einem Parabolspiegel, der im Querschnitt parabelförmig ist, entzündet. Das Sonnenlicht wird in den Brennpunkt reflektiert. Dort wird es so heiß, dass die Fackel zu brennen beginnt. Auch die so genannten „Satellitenschüsseln“ haben im Querschnitt die Form einer Parabel. Dort wird nicht das Licht, sondern die Strahlung in den Brennpunkt der Satellitenschüssel (Parabolspiegel) reflektiert. Im Brennpunkt befindet sich der Empfänger.   Informiere dich im Physikbuch oder im Internet über das Reflexionsgesetz und insbesondere über die Reflexion am Parabolspiegel. Suche nach weiteren Anwendungen des Parabolspiegels. Schreibe einen kurzen Bericht und präsentiere deine Ergebnisse in der Klasse. Quelle: Körner et al. (2017b). Mathematik neue Wege SI - Ausgabe 2015 für Niedersachsen G9, Schroedel, S. 190.	Hierbei handelt es sich um die Suche nach „Anwendungen“, mit denen in der Aufgabe nicht weitergearbeitet werden soll.

1	Untersuche, wie die Lage des Scheitelpunktes S einer Parabel mit $f(x) = (x + d)^2 + e$ von den Werten für d und e abhängt. Wähle verschiedene Beispiele und zeichne die Graphen. Quelle: Eigenentwicklung.	
---	---	--

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	n	%	n	%
Wahlmöglichkeit_von_Beispielen	5752	97.9	125	2.1

$N = 5877$

2.4 Kompetenzunterstützung

2.4.1 Feedback

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Feedback nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung enthält <u>keine</u> konkreten Hinweise zur Möglichkeit zu Feedback.
1	Feedback vorhanden	Feedback zeichnet sich <u>mit Hilfe konkreter Hinweise</u> anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Konkreter Hinweis zur Möglichkeit zur Überprüfung • Aufruf zur Beurteilung durch andere • Klare Kriterien für Erfolg • Verfügbare Kontrolldaten • Aufruf zur Überprüfung • Richtwerte • Benennung attraktiver Folgen, die die Bearbeitung der Aufgaben nach sich zieht, z. B. durch konkrete Hinweise auf Fähigkeiten/Inhalte, die erlernt werden

Quelle: Deci & Ryan (1993), Kassirra & Rausch (2016).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1	16 Das Parabel-Ratespiel Meine Parabel hat den Wertebereich $y \geq 3$. Ihr Scheitelpunkt hat die x-Koordinate 4. Meine Parabel ist um 4 Einheiten nach links und um 3 Einheiten nach unten verschoben. a) Gib jeweils die Funktionsgleichung der Parabeln an. b) Erstelle selbst solche Rätsel. Schreibe auf die Vorderseite einer Karteikarte eine Beschreibung der Parabel und auf die Rückseite die Funktionsgleichung. Lass anschließend deine Mitschüler raten. Quelle: Wennekers (2017). Zahlen und Größen 9 - Berlin-Brandenburg. Cornelsen, S.86.	

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	n	%	n	%
Feedback	5813	98.9	64	1.1

$N = 5877$

2.4.2 Möglichkeit zur Präsentation der Kompetenz

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Möglichkeit zur Präsentation der Kompetenz nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung enthält <u>keine</u> konkreten Hinweise zur Möglichkeit, Kompetenz aktiv in Form einer Präsentation zeigen zu können.
1	Möglichkeit zur Präsentation der Kompetenz vorhanden	Möglichkeit zur Präsentation der Kompetenz zeichnet sich <u>mit Hilfe eines konkreten Hinweises</u> anhand folgenden Merkmals aus: Aktives Zeigen bzw. Präsentieren der Ergebnisse in der Klasse, z. B. in Form von Expertengruppen/Vorträgen

Quelle: Deci & Ryan (1993), Kassirra & Rausch (2016).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1	9 222 Findet heraus, wie viel Altpapier bei euch in der Schule anfällt. Nehmt an, es wird konsequent gesammelt und an eine Recyclingfirma verkauft. a) Wie viel Geld könnte eure Schule damit verdienen? Lohnt sich der Aufwand? b) Erstellt eine Präsentation eurer Überlegungen.	

Quelle: Böer et al. (2008). mathe live 9E, Mathematik für Sekundarstufe I, Bundesausgabe ab 2006, Klasse 9 (E-Kurs). Ernst Klett., S. 16.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	n	%	n	%
Möglichkeit_zur_Präsentation_der_Kompetenz	5861	99.7	16	0.3

$N = 5877$

2.4.3 Möglichkeit zur Vertiefung des Themas

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Möglichkeit zur Vertiefung des Themas nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung enthält <u>keine</u> konkreten Hinweise, sich mit dem Thema tiefergehend zu befassen.
1	Möglichkeit zur Vertiefung des Themas vorhanden	Möglichkeit zur Vertiefung des Themas zeichnet sich <u>mit einem konkreten Hinweis</u> anhand folgenden Merkmals aus: Aufforderung, sich im Rahmen der Aufgabenbearbeitung selbstständig tiefergehend mit dem Thema der Aufgabenstellung zu befassen, z. B. durch Eigenrecherche

Quelle: Deci & Ryan (1993), Kassirra & Rausch (2016).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1	Informiere dich im Internet über den Einsatz des Satz des Pythagoras im Alltag.	

Quelle: Eigenentwicklung.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Möglichkeit_zur_Vertiefung_des_Themas	5868	99.8	9	0.2

N = 5877

2.5 Soziale Eingebundenheit

2.5.1 Partner- und Gruppenarbeit

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Partner- und Gruppenarbeit nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung enthält <u>keinen</u> konkreten Hinweis zu einer Bearbeitung mit Partner- bzw. Gruppenarbeit oder unter Bezugnahme von Projektlernen oder Peer-Tutoring.
1	Partner- und Gruppenarbeit vorhanden	Partner- und Gruppenarbeit zeichnet sich <u>mit Hilfe konkreter Hinweise</u> anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): - Aufruf zur Partner- bzw. Gruppenarbeit, z. B. durch „Partner- oder Gruppensymbol“ - Projektlernen in der Gruppe - Peer-Tutoring

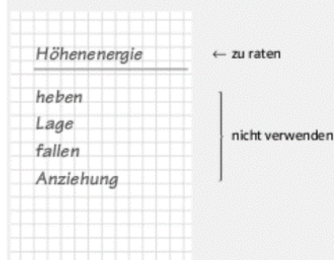
Quelle: Deci & Ryan (1993).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	Baut einen Schaltkreis auf, der eine Spule, einen Kondensator und ein Volt-, sowie ein Amperemeter enthält. Führt anschließend folgende Experimente durch und notiert eure Beobachtungen: - Führt einen Eisenkern in die Spule ein bzw. zieh diesen heraus - Führt Alufolie zwischen die Platten des Kondensators - Führt einen Magneten in die Spule ein - Überlegt euch, in welcher Reihenfolge du die Aufgaben bearbeiten möchtest.	Konkreter Hinweis für Partner-/Gruppenarbeit fehlt. Schüler:innen werden zwar im Plural angesprochen, aber Unterschied zur Klasse nicht eindeutig.

Quelle: Eigenentwicklung.

1

11 Beim „Tabuspiel“ geht es darum Begriffe zu umschreiben und zu raten. Bestimmte Wörter dürfen bei der Beschreibung nicht verwendet werden. Fertigt dafür Karten mit Begriffen dieses Kapitels an (→ B7) und spielt in **zwei Gruppen** gegeneinander:



Ein Schüler der **gegnerischen Gruppe** umschreibt nun den Begriff (z. B. Höhenenergie) und seine **Teamkollegen** raten. Ist richtig geraten worden, geht es weiter zum nächsten Begriff. **Die Gruppe**, die in fünf Minuten die meisten Begriffe schafft, hat gewonnen.

Quelle: Bredthauer et al. (2011). Impulse Physik Mittelstufe. Bundesausgabe ab 2012. Schulbuch mit CD-ROM | Klassen 7-10 (G8). Ernst Klett, S. 88.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Partner_und_Grouppenarbeit	5832	99.2	45	0.8

N = 5877

2.5.2 Kommunikation im Klassenverband

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Kommunikation im Klassenverband nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung enthält <u>keinen</u> konkreten Hinweis zur Kommunikation im Klassenverband.
1	Kommunikation im Klassenverband vorhanden	Kommunikation im Klassenverband zeichnet sich <u>mit Hilfe eines konkreten Hinweises</u> anhand folgenden Merkmals aus: Kommunikative Interaktion im Klassenverband, z. B. durch Diskussion/Reflexion im Klassenverband

Quelle: in Anlehnung an Deci & Ryan (1993).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	Miss in deinem Klassenzimmer einen größeren Gegenstand (z. B. die Tafel, ein Regal oder ein Tisch) und schätze seine Fläche. Berechne sie anschließend möglichst genau und erkläre, wie du vorgegangen bist. Berichte in der Klasse darüber.	„Berichte in der Klasse“ ermöglicht lediglich die Präsentation der eigenen Kompetenz, inkludiert aber nicht automatisch eine Interaktion im Klassenverband.

Quelle: Eigenentwicklung.

1

2 Revierjäger sind einerseits Schützer im Wald, andererseits töten sie das Wild.
Diskutiert diesen Gegensatz in der Klasse.

Quelle: Günthner et al. (2014). PRISMA Biologie 2. Differenzierende Ausgabe Nordrhein-Westfalen ab 2012. Schülerbuch mit Schüler-CD-ROM | Klasse 7-10. Klett, S. 90.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Kommunikation_im_Klassenverband	5862	99.7	15	0.3

N = 5877

3. Das Potenzial zur kognitiven Aktivierung

3.1 Offenheit

3.1.1 Arbeitsauftrag

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Offenheit Arbeitsauftrag nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung umfasst einen <u>eindeutig definierten</u> Arbeitsauftrag.
1	Offenheit Arbeitsauftrag vorhanden	Die Aufgabenstellung umfasst einen <u>offenen</u> Arbeitsauftrag und zeichnet sich durch folgende Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Kein Operator • Informationen über Problem/Situation sind ohne klaren Arbeitsauftrag dargestellt

Quelle: in Anlehnung an Bohl et al. (2013).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	<i>Bestimme den Umfang eines Rechtecks, dessen Länge 8 cm und Breite 5 cm beträgt.</i> Quelle: Eigenentwicklung.	Operator „bestimme“, daher kein offener Arbeitsauftrag.
1	<i>Lea möchte alle Wände ihres Hauses neu streichen lassen.</i> Quelle: Eigenentwicklung.	Weder Arbeitsauftrag noch Fragestellung sind eindeutig definiert. Lernende müssen sich selbst erschließen, was die Frage ist.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Arbeitsauftrag	4985	84.4	892	15.2

N = 5877

3.1.2 Lösung

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Offenheit Lösung nicht vorhanden	Innerhalb der Aufgabenstellung ist <u>genau eine Lösung</u> richtig.
1	Offenheit Lösung vorhanden	Die Aufgabenstellung umfasst eine divergente Lösung und zeichnet sich durch folgende Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Innerhalb der Aufgabenstellung sind mehrere Lösungen denkbar/richtig • Die Aufgabenstellung enthält einen expliziten Hinweis darauf, dass mehrere Lösungen denkbar/richtig sind

Quelle: in Anlehnung an Bohl et al. (2013).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	8 Kai hat für seine Geburtstagsparty für 20€ Saft und Limonade eingekauft. Eine Flasche Saft kostet 1,20€. Für jede Flasche Limonade hat er 1 € bezahlt. a) Wie viele Flaschen hat Kai von jeder Sorte gekauft? b) Begründe, warum die zugehörige lineare Gleichung nur drei sinnvolle Lösungen hat.	Bei Teilaufgabe b geht es um drei mathematische Lösungen der Gleichung (also Zahlen). Nur diese entsprechen der richtigen Lösung.
Quelle: Koullen (2015). Mathematik real 9 - Differenzierende Ausgabe - Nordrhein-Westfalen. Cornelsen, S. 10/8b.		

1	Nenne drei Zahlenreihen, a) mit beliebiger Länge, b) mit der Länge 15, die zum Boxplot in Fig. 1 passen.	
Quelle: Baum et al. (2015). Lambacher Schweizer Mathematik 9 - G9, Mathematik für Gymnasien - G9, Ausgabe Hessen ab 2013. Ernst Klett, S. 68.		

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Lösung	5570	94.8	307	5.2

N = 5877

3.1.3 Lösungsweg

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Offenheit Lösungsweg nicht vorhanden	Innerhalb der Aufgabenstellung ist <u>genau ein Lösungsweg</u> richtig.
1	Offenheit Lösungsweg vorhanden	Innerhalb der Aufgabenstellung sind <u>mehrere Lösungswege</u> denkbar/richtig. Die Aufgabenstellung muss <u>einen expliziten Hinweis</u> darauf enthalten.

Quelle: in Anlehnung an Bohl et al. (2013).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	Bestimme mithilfe der quadratischen Ergänzung rechnerisch die Lösung. $x^2 - 12x + 23 = 0$	Konkreter Hinweis für mehrere Lösungsansätze fehlt.
Quelle: Eigenentwicklung.		
1	9 Löse das Gleichungssystem. Wähle selbst ein geeignetes Verfahren. a) $5(4x + 3y) + 7 = 42$ $4(5x + 4y) - 15 = 17$ b) $10(x + y) = 77 - x - y$ $2(5x - 1) + y = 2(10y + x)$ c) $3(x - 2) + y + 5 = -2$ $4(x + 3) + 3(y - 1) = 11$ d) $5(x - 2y) + (y + 3) = 32$ $-(y - 5) - (10 - x) = 0$ e) $4(x + 19) - 3(y - 1) = 0$ $3(x - 3) - 3(y - 1) = 0$ f) $(x + 4)(y - 7) = xy - 56$ $7x - 5y = 0$	
Quelle: Maroska et al. (2017). Schnittpunkt Mathematik 9, differenzierende Ausgabe Nordrhein-Westfalen ab 2013. Ernst Klett, S. 24.		

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Lösungsweg	5813	98.9	64	1.1

N = 5877

3.2 Inhaltlich sprachliche Komplexität

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Inhaltlich sprachliche Komplexität nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung ist inhaltlich sprachlich <u>nicht</u> komplex.
1	Inhaltlich sprachliche Komplexität vorhanden	Inhaltlich sprachliche Komplexität zeichnet sich anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Reihenfolge der Sätze/Satzteile entspricht nicht unmittelbar den Schritten der Bearbeitung • Aufgabenstellung enthält Informationen, die für das Lösen irrelevant sind

Quelle: in Anlehnung an Jordan et al. (2006).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	a) Wir sind in der Klasse 7B 27 Schüler:innen, davon 10 Mädchen. Wie viel Prozent der Schüler:innen sind Mädchen? b) Berechne $18:2=$ c) Zeichne zwei Punkte A und B, die 5 cm voneinander entfernt sind. Konstruiere mit Zirkel und Lineal alle Kreise mit dem Radius 3,5 cm, die durch A und B gehen. Quelle: Janssen et al. (2017). Lambacher Schweizer Mathematik 9 - G9, Mathematik für Gymnasien - G9, Ausgabe Niedersachsen ab 2015. Ernst Klett, S. 96.	
1	Wenn Peter fünf Jahre jünger wäre, dann wäre er zweimal so alt wie Paul war, als er sechs Jahre jünger war, und wenn Peter neun Jahre älter wäre, dann wäre er dreimal so alt wie Paul, wenn er vier Jahre jünger wäre. Quelle: Jordan et al. (2006). Klassifikationsschema für Mathematikaufgaben: Dokumentation der Aufgabenkategorisierung im COACTIV-Projekt. Materialien aus der Bildungsforschung: Bd. 81. Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.	Die Reihenfolge der Nebensätze entspricht nicht den Schritten der Bearbeitung der Aufgabenstellung.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Inhaltlich_sprachliche_Komplexität	5746	97.8	131	2.2

N = 5877

3.3 Vorwissen

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Aktivierung Vorwissen nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung aktiviert <u>kein</u> Vorwissen von den Schüler*innen.
1	Aktivierung Vorwissen vorhanden	Aktivierung des Vorwissens zeichnet sich <u>mit Hilfe konkreter Hinweise</u> anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Vorwissen aus dem Alltag von 15-jährigen Jugendlichen • Vorwissen aus vorherigen Aufgaben

Quelle: Müller & Duit (2004).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	1 In einem alten orientalischen Märchen wird von einem Wunderbaum berichtet: „Der Baum hat sechs Äste. Jeder dieser Äste hat sechs Zweige. An jedem Zweig sind sechs Blüten und jede Blüte besteht aus sechs Blütenblättern.“ Wie viele Blütenblätter hat der Wunderbaum? Begründe. Quelle: Leppig et al. (2015). Lernstufen Mathematik 9, differenzierende Ausgabe, Nordrhein-Westfalen, Cornelsen, S. 24.	Information im Kästchen entspricht keinem tatsächlich vorher erworbenen Wissen.
1	Begründe mit deinem Vorwissen, was du bei Zinssätzen und Bankkonten beachten musst. Quelle: Eigenentwicklung.	

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Vorwissen	5734	97.6	143	2.4

N = 5877

3.4 Argumentieren

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Argumentieren nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>kein</u> Argumentieren.
1	Argumentieren vorhanden	Argumentieren zeichnet sich anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Wiedergabe/Anwendung von Routineargumentationen, z. B. Sätze/Verfahren/Herleitungen • Geben von einfachen rechnerischen Begründungen • Argumentation mit Alltagswissen • Nachvollziehen/Erläutern/Entwickeln überschaubarer mehrschrittiger Argumentationen • Beschreibung/Begründung von Lösungsweg • Bewertung von Ergebnissen bzgl. ihrer Anwendungskontexte • Erläuterung von Zusammenhängen/Ordnungen/Strukturen • Nutzen/Erläutern/Entwickeln komplexer Argumentationen • Bewertung verschiedener Argumentationen • Stellen von Fragen, die für Mathematik charakteristisch sind • Äußerung begründeter mathematischer Vermutungen • Argumentative Erläuterungen, Begründungen, Beweise von Lösungswegen • Begründete Äußerung von Vermutungen

Quelle: KMK (2004a), Blum et al. (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	4 Ein Guthaben von 2300€ soll für mehrere Jahre fest angelegt werden. Hierzu gibt es folgende Angebote: 2,9% jährliche Verzinsung bei einer Laufzeit von 5 Jahren oder 3,5% jährliche Verzinsung bei einer Laufzeit von 10 Jahren. a) Berechne für beide Angebote das Guthaben am Ende der Laufzeit sowie die Zinsen. b) Vergleiche die beiden Angebote für den Fall, dass nach Ablauf der 5-jährigen Laufzeit das neue Guthaben wiederum für weitere 5 Jahre angelegt wird. Quelle: Höffken et al. (2016). Focus Mathematik - Nordrhein-Westfalen - Ausgabe 2013, 9. Schuljahr. Cornelsen, 2016, S.150.	Im Arbeitsauftrag keine Argumentation in Form einer begründeten Auswahl eines der beiden Angebote gefordert.
1	2 „Wenn die resultierende Kraft auf einen Körper null ist, dann bewegt er sich nicht.“ Nimm Stellung zu dieser Aussage. Quelle: Mai & Torgau (2018). Universum Physik 9./10. Schuljahr. Gymnasium Sachsen-Anhalt. Schülerbuch. Cornelsen, S. 29.	

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

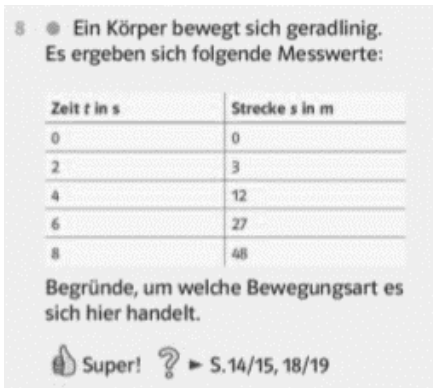
Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Argumentieren	5505	93.7	372	6.3

N = 5877

3.5 Metakognition

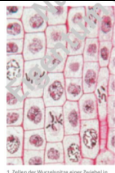
Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Metakognition nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>keine</u> Metakognition.
1	Metakognition vorhanden	Metakognition zeichnet sich mit Hilfe konkreter <u>Hinweise</u> anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Reflexion von eigenen Lernzielen • Reflexion von eigenen Lerngewohnheiten • Reflexion von eigenen Informationsverarbeitungsstrategien • Reflexion von eigenen Problemlösestrategien

Quelle: Maier et al. (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		Hinweis zur Selbstüberprüfung entspricht nicht der Reflexion der eigenen Problemlösestrategien.

Quelle: Ciprina et al. (2018). PRISMA Physik 9/10. Differenzierende Ausgabe BE, BB ab 2017. Schulbuch | Klasse 9/10. Ernst Klett, S. 33.

1



2. a) Vergleiche dein selbst hergestelltes Präparat mit Bild 1. Finde Gemeinsamkeiten und Unterschiede und nenne diese.
b) Suche nach eventuellen Fehlern bei der Versuchsdurchführung und deute diese.

Quelle: Günther et al. (2014). PRISMA Biologie 2 Differenzierende Ausgabe Nordrhein-Westfalen ab 2012 Schülerbuch mit Schüler-CD-ROM | Klasse 7-10, Klett, S. 277.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Metakognition	5872	99.9	5	0.1

N = 5877

3.6 Mathematisches Modellieren (fachspezifisch Mathematik)

3.6.1 Modellieren

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Modellieren nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung verlangt <u>kein</u> mathematisches Modellieren (mind. 1 zutreffender Indikator): • Technische Aufgabe (vgl. 4.3.2.1) • Reproduktionsaufgabe (vgl. 4.3.1) • Eingekleidete Aufgabe (vgl. 4.4.3) • Vorgabe des abzuarbeitenden Ansatzes innerhalb der Aufgabenstellung
1	Modellieren vorhanden	Mathematisches Modellieren zeichnet sich anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Übersetzungsprozesse zwischen „Realität“ und Mathematik, z. B. Mathematisieren von Realsituationen/Interpretieren/Validieren mathematischer Resultate • Verwendung/Vergleichen/Reflexion/Kritisches Beurteilen mathematischer Modelle, z. B. Formeln/Gleichungen • Überprüfung von Modellergebnissen • Entwicklung komplexer mathematischer Modelle

Quelle: in Anlehnung an Jordan et al. (2006).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	In einer Tüte Bonbons befinden sich noch 12 Bonbons. Die Bonbons sollen gleichmäßig auf vier Kinder verteilt werden. Wie viele Bonbons bekommt jedes Kind? Quelle: Eigenentwicklung.	Code 0, da eingekleidete Aufgabe/Reproduktionsaufgabe → keine Modellierung ist notwendig.
1	Wenn ein Gummiball zu Boden fällt, springt er die Hälfte der Strecke wieder hoch. Der Ball wird von einem 18 Meter hohen Dach fallen gelassen. Welche gesamte Entfernung hat der Ball zurückgelegt, wenn er das dritte Mal den Boden berührt? (Quelle: TIMSS)	Übersetzungsprozess zwischen Realsituation (Rückprall Ball) und Mathematik (wiederholende Halbierung).

Quelle: Jordan et al. (2006). Klassifikationsschema für Mathematikaufgaben: Dokumentation der Aufgabenkategorisierung im COACTIV-Projekt. Materialien aus der Bildungsforschung: Bd. 81. Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

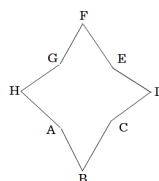
Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Modellieren	3296	88.1	446	11.9

N = 3742

3.6.2 Innermathematisches Problemlösen

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Innermathematisches Problemlösen nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung verlangt <u>kein</u> innermathematisches Problemlösen (mind. 1 zutreffender Indikator): • Technische Aufgabe (vgl. 4.3.2.1) • Reproduktionsaufgabe (vgl. 4.3.1) • Eingekleidete Aufgabe (vgl. 4.4.3) • Vorgabe des abzuarbeitenden Ansatzes innerhalb der Aufgabenstellung • Übersetzungsprozesse zwischen „Realität“ und Mathematik, z. B. Mathematisieren von Realsituationen/Interpretieren/Validieren mathematischer Resultate
1	Innermathematisches Problemlösen vorhanden	Innermathematisches Problemlösen zeichnet sich anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Entwurf/Umsetzung einer umfassenden Lösungsstrategie • Treffen allgemeiner Aussagen zur Aufgabe • Kritische Reflexion über den Lösungsweg

Quelle: Jordan et al. (2006).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	Wenn ein Gummiball zu Boden fällt, springt er die Hälfte der Strecke wieder hoch. Der Ball wird von einem 18 Meter hohen Dach fallen gelassen. Welche gesamte Entfernung hat der Ball zurückgelegt, wenn er das dritte Mal den Boden berührt? (Quelle: TIMSS) Quelle: Jordan et al. (2006). <i>Klassifikationsschema für Mathematikaufgaben: Dokumentation der Aufgabenkategorisierung im COACTIV-Projekt. Materialien aus der Bildungsforschung: Bd. 81.</i> Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.	Kein innermathematisches Problemlösen, da ein reales Problem mathematisiert werden muss.
1	„Vom Stern zur Pyramide“ – erste Teilaufgabe. Der nebenstehende symmetrische Stern hat folgende Eigenschaften: Alle Seiten sowie die Strecke AC und CE haben die gleiche Länge. Beschreibe die Konstruktion der Figur.  Quelle: in Anlehnung an KMK (2004a). <i>Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss: Beschluss vom 4.12.2003.</i>	Zur Lösung der Aufgaben sind ausschließlich Prozesse innerhalb der Mathematik notwendig.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Innermathematisches_Problemlösen	3722	99.5	20	0.5

N = 3742

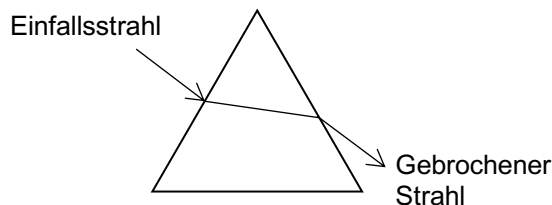
3.7 Experimentieren (fachspezifisch Naturwissenschaften)

3.7.1 Bearbeitung eines dokumentierten Experiments

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Bearbeitung eines dokumentierten Experiments nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>keine</u> Bearbeitung eines dokumentierten Experiments.
1	Bearbeitung eines dokumentierten Experiments vorhanden	Die Bearbeitung eines Phänomens zeichnet sich durch folgende zwei Merkmale aus: • Umgang/Auswertung eines in der Aufgabenstellung/in zusätzlichem Material dokumentierten Experiments • Beschriebenes Experiment muss so durchzuführen sein, wie es beschrieben wird

Quelle: Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	A2 ☹ Beschreibe einen Versuch, mit dem du einen eingedrückten Tischtennisball wieder „ausbeulen“ kannst! Führe den Versuch zu Hause durch. Quelle: Eberhard et al. (2018). Impulse Physik 9/10. Ausgabe Baden-Württemberg ab 2017. Schulbuch. Ernst Klett, S. 57.	Experiment ist nicht dokumentiert, sondern muss selbst beschrieben und durchgeführt werden.
1	Die Versuchsskizze (Abb. 1) zeigt einen Lichtstrahl, der auf ein Prisma trifft und dabei abgelenkt wird. Durch den Versuch möchtest du herausfinden, wie der Einfallswinkel des Lichtstrahls den gebrochenen Winkel beeinflusst. a) Beschreibe, wie der Versuch durchgeführt werden soll, um den Zusammenhang zwischen Einfallswinkel und gebrochenem Winkel zu untersuchen.	Dokumentiertes Experiment dargestellt als Versuchsskizze.



Quelle: Eigenentwicklung.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Bearbeitung_eines_dokumentierten_Experiments	2024	94.8	111	5.2

N = 2135

3.7.2 Gedankliche Entwicklung eines Experiments

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Bearbeitung einer gedanklichen Entwicklung eines Experiments nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>keine</u> gedankliche Entwicklung eines Experiments.
1	Bearbeitung einer gedanklichen Entwicklung eines Experiments vorhanden	Die gedankliche Entwicklung eines Experiments zeichnet sich durch folgende Merkmale aus: - Gedankliche Entwicklung eines Experiments auf der Basis theoretischer Vorüberlegungen - Explizieren der gedanklichen Entwicklung in <u>mündlicher/schriftlicher Form</u> - Das entwickelte und zu dokumentierende Experiment muss so durchzuführen sein, wie es beschrieben wird

Quelle: Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	Funktionsvielfalt der Proteine Ihnen werden Experimente zum Nachweis von Proteinen und einem Kohlenhydrat in wässriger Lösung demonstriert. Fertigen Sie dazu ein Protokoll an. Quelle: Kultusministerium LSA (2004). Abituraufgaben Sachsen-Anhalt, Grundkurs 2004-2, A 3.	Keine gedankliche Entwicklung eines Experiments mehr nötig, da Versuche bereits demonstriert.
1	6 Plane einen Versuch, mit dem du die elektrische Leitfähigkeit von Mineralwasser prüfen kannst. Erkläre das Versuchsergebnis (► S. 392). Quelle: Bose et al. (2020). PRISMA Chemie Differenzierende Ausgabe A ab 2020 Schülerbuch Klasse 7-10. Ernst Klett, S. 37.	

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	n	%	n	%
Gedankliche_Entwicklung_eines_Experiments	2098	98.3	37	1.7

N = 2135

3.7.3 Bearbeitung eines Demonstrationsexperiments

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Bearbeitung einer Demonstrationsexperiments nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>keine</u> Bearbeitung eines Demonstrationsexperiments.
1	Bearbeitung eines Demonstrationsexperiments vorhanden	Die Bearbeitung eines Demonstrationsexperiments zeichnet sich durch folgende zwei Merkmale aus: - Vorführung des Experiments durch die Lehrkraft/Aufgabenstellung - Beschreibung/Auswertung des Experiments durch Lernende

Quelle: Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	Führen Sie das Experiment entsprechend M 3 durch und fertigen Sie ein Protokoll an.	Da die Schüler*innen das Experiment selbst durchführen.

Material 3
Gelelektrophoretische Analyse der PCR-Produkte: Genetischer Fingerabdruck

Arbeitsschritte
Stellen Sie aus dem 50-fach konzentrierten Tris-Acetate-EDTA-Puffer (TAE-Puffer) 500 ml Elektrophoresepuffer her.
Kontrollieren Sie den pH-Wert des Puffers. Gehen Sie im Protokoll kurz auf die Bedeutung des pH-Werts für das Gelingen der Elektrophorese ein.
Stellen Sie mit dem TAE-Puffer ein 0,8%iges Agarose-Gel her. Benötigt werden 100 ml. Die Suspension wird im Mikrowellengerät solange erhitzt, bis die Agarose vollständig gelöst ist. Die Agaroselösung wird dann in eine mit einem "Kamm" bestückte Flachgelapparatur gegossen. Nach Erstarren der Agaroselösung wird das Gel mit 1x TAE-Puffer (ca. 0,5 cm) überschichtet und der Kamm entfernt.
Entnehmen Sie aus den Untersuchungsproben jeweils 40-50 µl in ein neues Reaktionsgefäß. Geben Sie die entsprechende Menge des 5-fach konzentrierten Gel-Ladepuffers (blau) zu; Mischen Sie den Ansatz.
Tragen Sie soviel wie möglich von den Versuchsansätzen, mindestens jedoch 20 µl der Ansätze auf das Gel auf.
Die Elektrophorese wird für ca. eine Stunde bei ca. 100 V durchgeführt.
Das Gel wird mit 0,03%iger Methylblau gefärbt. Legen Sie das Gel dazu in eine Färbeschale und überschichten Sie es für genau 3 Minuten mit der Färbelösung. Schwenken Sie die Färbewanne während des Färbeprozesses, um das Gel homogen zu färben. Schütten Sie nach 3 Minuten die Färbelösung wieder in die Flasche zurück. Spülen Sie dann das Gel mit ausreichend destilliertem Wasser, so dass keine Reste an Färbelösung mehr vorhanden sind und legen es in den Kühlschrank. Nach ca. 15 Minuten werden die DNA-Banden sichtbar, eventuell muss auch etwas länger gewartet werden.

Quelle: KMK (2004e). Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Biologie. Beispielaufgabe 1.1.3 A1, S. 44.

1	Funktionsvielfalt der Proteine Ihnen werden Experimente zum Nachweis von Proteinen und einem Kohlenhydrat in wässriger Lösung demonstriert . Fertigen Sie dazu ein Protokoll an.
---	--

Quelle: Kultusministerium LSA (2004). Abituraufgaben Sachsen-Anhalt, Grundkurs 2004-2, A 3.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Bearbeitung_eines_Demonstrationsexperiments	2126	99.6	9	0.4

N = 2135

3.7.4 Durchführung eines Schülerexperiments

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Durchführung und Bearbeitung eines Schülerexperiments nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>keine</u> Durchführung eines Schülerexperiments.
1	Durchführung und Bearbeitung eines Schülerexperiments vorhanden	Die Durchführung eines Schülerexperiments zeichnet sich durch folgende zwei Merkmale aus: - Durchführung eines Experiments durch Lernende - Anschließende Beschreibung/Auswertung des Experiments durch Lernende

Quelle: Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	A2 ➡ Beschreibe einen Versuch, mit dem du einen eingedrückten Tischtennisball wieder „ausbeulen“ kannst! Führe den Versuch zu Hause durch.	Aufgabenstellung erfordert die Beschreibung und Durchführung eines Experiments durch Lernende, allerdings ohne Anforderung zur Auswertung.
Quelle: Eberhard et al. (2018). Impulse Physik 9/10. Ausgabe Baden-Württemberg ab 2017. Schulbuch. Ernst Klett, S. 57.		

1

13 Erkunde den Einfluss der Temperatur auf die Löslichkeit fester Stoffe.

Gib in zwei Reagenzgläser mit je 5 ml destilliertem Wasser jeweils eine Spatelspitze Ammoniumchlorid (Xn) und Kaliumnitrat (O). Verschließe die Reagenzgläser mit einem Stopfen und schüttle sie kräftig. Wiederhole den Vorgang so lange, bis ein Bodensatz zurückbleibt. Erwärme die Lösungen mit dem Bodensatz in einem Wasserbad auf 70°C. Notiere deine Beobachtungen. Deute das Beobachtungsergebnis.

Entsorgung: Wässrige Lösungen in den Sammelbehälter für Abwasser geben.

Quelle: Arndt et al. (2017). Fokus Chemie – Neubearbeitung. Gymnasium Baden-Württemberg Gesamtband. Schülerbuch. Cornelsen, S. 142.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Durchführung_eines_Schülerexperiments	2037	95.4	98	4.6

N = 2135

4. Ergänzende Merkmale zur Aufgabenbeschreibung

4.1 Formale Zuordnung

4.1.1 Fachzuordnung

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
1	Mathematik	Bei dieser Aufgabe handelt es sich um eine Mathematikaufgabe
2	Physik	Bei dieser Aufgabe handelt es sich um eine Physikaufgabe
3	Chemie	Bei dieser Aufgabe handelt es sich um eine Chemieaufgabe
4	Biologie	Bei dieser Aufgabe handelt es sich um eine Biologieaufgabe

4.1.2 Aufgabenart

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
1	Lernaufgaben	Bei dieser Aufgabe handelt es sich um eine Lern- bzw. Übungsaufgabe, die aus dem Unterrichtsverlauf stammt.
2	Leistungsaufgaben	Bei dieser Aufgabe handelt es sich um eine Leistungsaufgabe, die im Laufe des Schuljahres im entsprechenden Unterrichtsfach zum Einsatz gekommen ist.

4.2 Sachstrukturen

4.2.1 Fachinhalte

4.2.1.1 Mathematik

a. Zahl

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Fachinhalt Zahl nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung umfasst <u>nicht</u> den Fachinhalt Zahl.
1	Fachinhalt Zahl vorhanden	Der Fachinhalt Zahl zeichnet sich anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Vorstellungen von rationalen Zahlen, z. B. von natürlichen, ganzen und gebrochenen Zahlen • Darstellung von Zahlen der Situation angemessen, z. B. in Zehnerpotenzschreibweise • Begründung der Notwendigkeit von Zahlbereichserweiterungen an Beispielen • Nutzung von Rechengesetzen • Nutzung von Verfahren zur Kontrolle, z. B. Überschlagsrechnungen • Runden von Rechenergebnissen • Verwendung von Prozent- und Zinsrechnung • Erläuterung des Zusammenhangs zwischen Rechenoperationen, deren Umkehrungen oder Nutzung • Wählen/Beschreiben/Bewerten von Vorgehensweisen/Verfahren, denen Algorithmen/Kalküle zu Grunde liegen • Durchführung kombinatorischer Überlegungen • Prüfen/Interpretieren von Ergebnissen unter Einbeziehung einer kritischen Einschätzung des gewählten Modells/seiner Bearbeitung

Anmerkung: Dieses Merkmal wird nur für die Leistungsaufgaben kodiert. Die passenden Fachinhalte der Lernaufgaben wurden von den Lehrkräften selbst angegeben.

Quelle: KMK (2004a).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1	1 Vereinfache soweit wie möglich. a) $\sqrt{3} \cdot \sqrt{27}$ h) $\sqrt{3,1} \cdot \sqrt{\frac{1}{7}}$ b) $\sqrt{7} \cdot \sqrt{63}$ i) $\sqrt{0,125} \cdot \sqrt{2}$ c) $\sqrt{\frac{1}{3}} \cdot \sqrt{27}$ j) $\sqrt{\frac{1}{3}} \cdot \sqrt{0,48}$ d) $\sqrt{3} \cdot \sqrt{75}$ k) $\sqrt{\sqrt{2}} \cdot \sqrt{\sqrt{8}}$ e) $\sqrt{0,3} \cdot \sqrt{\frac{10}{3}}$ l) $\sqrt{4,9} \cdot \sqrt{5} \cdot \sqrt{2}$ f) $\sqrt{0,72} \cdot \sqrt{0,5}$ m) $\frac{\sqrt{12}}{\sqrt{\frac{1}{3}}}$ g) $\sqrt{300} : \sqrt{27}$ n) $\frac{\sqrt{\sqrt{96}} \cdot \sqrt{\sqrt{6}}}{\sqrt{1,5}}$	Durchführung kombinatorischer Überlegungen (Produktmengen).

(a) 12 : (j) 5 : (a) 9 : (x) 2 : (b) 4 : (c) 6 : (d) 3 : (e) 1 : (f) 2 : (g) 3 : (h) 4 : (i) 5 : (j) 6 : (k) 7 : (l) 8 : (m) 9 : (n) 10 : (o) 11 : (p) 12 : (q) 13 : (r) 14 : (s) 15 : (t) 16 : (u) 17 : (v) 18 : (w) 19 : (x) 20 : (y) 21 : (z) 22 : (aa) 23 : (ab) 24 : (ac) 25 : (ad) 26 : (ae) 27 : (af) 28 : (ag) 29 : (ah) 30 : (ai) 31 : (aj) 32 : (ak) 33 : (al) 34 : (am) 35 : (an) 36 : (ao) 37 : (ap) 38 : (aq) 39 : (ar) 40 : (as) 41 : (at) 42 : (au) 43 : (av) 44 : (aw) 45 : (ax) 46 : (ay) 47 : (az) 48 : (ba) 49 : (bb) 50 : (bc) 51 : (bd) 52 : (be) 53 : (bf) 54 : (bg) 55 : (bh) 56 : (bi) 57 : (bj) 58 : (bk) 59 : (bl) 60 : (bm) 61 : (bn) 62 : (bo) 63 : (bp) 64 : (bq) 65 : (br) 66 : (bs) 67 : (bt) 68 : (bu) 69 : (bv) 70 : (bw) 71 : (bx) 72 : (by) 73 : (bz) 74 : (ca) 75 : (cb) 76 : (cc) 77 : (cd) 78 : (ce) 79 : (cf) 80 : (cg) 81 : (ch) 82 : (ci) 83 : (cj) 84 : (ck) 85 : (cl) 86 : (cm) 87 : (cn) 88 : (co) 89 : (cp) 90 : (cq) 91 : (cr) 92 : (cs) 93 : (ct) 94 : (cu) 95 : (cv) 96 : (cw) 97 : (cx) 98 : (cy) 99 : (cz) 100 : (da) 101 : (db) 102 : (dc) 103 : (dd) 104 : (de) 105 : (df) 106 : (dg) 107 : (dh) 108 : (di) 109 : (dj) 110 : (dk) 111 : (dl) 112 : (dm) 113 : (dn) 114 : (do) 115 : (dp) 116 : (dq) 117 : (dr) 118 : (ds) 119 : (dt) 120 : (du) 121 : (dv) 122 : (dw) 123 : (dx) 124 : (dy) 125 : (dz) 126 : (ea) 127 : (eb) 128 : (ec) 129 : (ed) 130 : (ee) 131 : (ef) 132 : (eg) 133 : (eh) 134 : (ei) 135 : (ej) 136 : (ek) 137 : (el) 138 : (em) 139 : (en) 140 : (eo) 141 : (ep) 142 : (eq) 143 : (er) 144 : (es) 145 : (et) 146 : (eu) 147 : (ev) 148 : (ew) 149 : (ex) 150 : (ey) 151 : (ez) 152 : (fa) 153 : (fb) 154 : (fc) 155 : (fd) 156 : (fe) 157 : (ff) 158 : (fg) 159 : (fh) 160 : (fi) 161 : (fj) 162 : (fk) 163 : (fl) 164 : (fm) 165 : (fn) 166 : (fo) 167 : (fp) 168 : (fq) 169 : (fr) 170 : (fs) 171 : (ft) 172 : (fu) 173 : (fv) 174 : (fw) 175 : (fx) 176 : (fy) 177 : (fz) 178 : (ga) 179 : (gb) 180 : (gc) 181 : (gd) 182 : (ge) 183 : (gf) 184 : (gg) 185 : (gh) 186 : (gi) 187 : (gj) 188 : (gk) 189 : (gl) 190 : (gm) 191 : (gn) 192 : (go) 193 : (gp) 194 : (gq) 195 : (gr) 196 : (gs) 197 : (gt) 198 : (gu) 199 : (gv) 200 : (gw) 201 : (gx) 202 : (gy) 203 : (gz) 204 : (ha) 205 : (hb) 206 : (hc) 207 : (hd) 208 : (he) 209 : (hf) 210 : (hg) 211 : (hh) 212 : (hi) 213 : (hj) 214 : (hk) 215 : (hl) 216 : (hm) 217 : (hn) 218 : (ho) 219 : (hp) 220 : (hq) 221 : (hr) 222 : (hs) 223 : (ht) 224 : (hu) 225 : (hv) 226 : (hw) 227 : (hx) 228 : (hy) 229 : (hz) 230 : (ia) 231 : (ib) 232 : (ic) 233 : (id) 234 : (ie) 235 : (if) 236 : (ig) 237 : (ih) 238 : (ii) 239 : (ij) 240 : (ik) 241 : (il) 242 : (im) 243 : (in) 244 : (io) 245 : (ip) 246 : (iq) 247 : (ir) 248 : (is) 249 : (it) 250 : (iu) 251 : (iv) 252 : (iw) 253 : (ix) 254 : (iy) 255 : (iz) 256 : (ja) 257 : (jb) 258 : (jc) 259 : (jd) 260 : (je) 261 : (jf) 262 : (jg) 263 : (jh) 264 : (ji) 265 : (jj) 266 : (jk) 267 : (jl) 268 : (jm) 269 : (jn) 270 : (jo) 271 : (jp) 272 : (jq) 273 : (jr) 274 : (js) 275 : (jt) 276 : (ju) 277 : (jv) 278 : (jw) 279 : (jx) 280 : (jy) 281 : (jz) 282 : (ka) 283 : (kb) 284 : (kc) 285 : (kd) 286 : (ke) 287 : (kf) 288 : (kg) 289 : (kh) 290 : (ki) 291 : (kj) 292 : (kk) 293 : (kl) 294 : (km) 295 : (kn) 296 : (ko) 297 : (kp) 298 : (kq) 299 : (kr) 300 : (ks) 301 : (kt) 302 : (ku) 303 : (kv) 304 : (kw) 305 : (kx) 306 : (ky) 307 : (kz) 308 : (la) 309 : (lb) 310 : (lc) 311 : (ld) 312 : (le) 313 : (lf) 314 : (lg) 315 : (lh) 316 : (li) 317 : (lj) 318 : (lk) 319 : (ll) 320 : (lm) 321 : (ln) 322 : (lo) 323 : (lp) 324 : (lq) 325 : (lr) 326 : (ls) 327 : (lt) 328 : (lu) 329 : (lv) 330 : (lw) 331 : (lx) 332 : (ly) 333 : (lz) 334 : (ma) 335 : (mb) 336 : (mc) 337 : (md) 338 : (me) 339 : (mf) 340 : (mg) 341 : (mh) 342 : (mi) 343 : (mj) 344 : (mk) 345 : (ml) 346 : (mm) 347 : (mn) 348 : (mo) 349 : (mp) 350 : (mq) 351 : (mr) 352 : (ms) 353 : (mt) 354 : (mu) 355 : (mv) 356 : (mw) 357 : (mx) 358 : (my) 359 : (mz) 360 : (na) 361 : (nb) 362 : (nc) 363 : (nd) 364 : (ne) 365 : (nf) 366 : (ng) 367 : (nh) 368 : (ni) 369 : (nj) 370 : (nk) 371 : (nl) 372 : (nm) 373 : (nn) 374 : (no) 375 : (np) 376 : (nq) 377 : (nr) 378 : (ns) 379 : (nt) 380 : (nu) 381 : (nv) 382 : (nw) 383 : (nx) 384 : (ny) 385 : (nz) 386 : (oa) 387 : (ob) 388 : (oc) 389 : (od) 390 : (oe) 391 : (of) 392 : (og) 393 : (oh) 394 : (oi) 395 : (oj) 396 : (ok) 397 : (ol) 398 : (om) 399 : (on) 400 : (oo) 401 : (op) 402 : (oq) 403 : (or) 404 : (os) 405 : (ot) 406 : (ou) 407 : (ov) 408 : (ow) 409 : (ox) 410 : (oy) 411 : (oz) 412 : (pa) 413 : (pb) 414 : (pc) 415 : (pd) 416 : (pe) 417 : (pf) 418 : (pg) 419 : (ph) 420 : (pi) 421 : (pj) 422 : (pk) 423 : (pl) 424 : (pm) 425 : (pn) 426 : (po) 427 : (pp) 428 : (pq) 429 : (pr) 430 : (ps) 431 : (pt) 432 : (pu) 433 : (pv) 434 : (pw) 435 : (px) 436 : (py) 437 : (pz) 438 : (qa) 439 : (qb) 440 : (qc) 441 : (qd) 442 : (qe) 443 : (qf) 444 : (qg) 445 : (qh) 446 : (qi) 447 : (qj) 448 : (qk) 449 : (ql) 450 : (qm) 451 : (qn) 452 : (qo) 453 : (qp) 454 : (qq) 455 : (qr) 456 : (qs) 457 : (qt) 458 : (qu) 459 : (qv) 460 : (qw) 461 : (qx) 462 : (qy) 463 : (qz) 464 : (ra) 465 : (rb) 466 : (rc) 467 : (rd) 468 : (re) 469 : (rf) 470 : (rg) 471 : (rh) 472 : (ri) 473 : (rj) 474 : (rk) 475 : (rl) 476 : (rm) 477 : (rn) 478 : (ro) 479 : (rp) 480 : (rq) 481 : (rr) 482 : (rs) 483 : (rt) 484 : (ru) 485 : (rv) 486 : (rw) 487 : (rx) 488 : (ry) 489 : (rz) 490 : (sa) 491 : (sb) 492 : (sc) 493 : (sd) 494 : (se) 495 : (sf) 496 : (sg) 497 : (sh) 498 : (si) 499 : (sj) 500 : (sk) 501 : (sl) 502 : (sm) 503 : (sn) 504 : (so) 505 : (sp) 506 : (sq) 507 : (sr) 508 : (ss) 509 : (st) 510 : (su) 511 : (sv) 512 : (sw) 513 : (sx) 514 : (sy) 515 : (sz) 516 : (ta) 517 : (tb) 518 : (tc) 519 : (td) 520 : (te) 521 : (tf) 522 : (tg) 523 : (th) 524 : (ti) 525 : (tj) 526 : (tk) 527 : (tl) 528 : (tm) 529 : (tn) 530 : (to) 531 : (tp) 532 : (tq) 533 : (tr) 534 : (ts) 535 : (tt) 536 : (tu) 537 : (tv) 538 : (tw) 539 : (tx) 540 : (ty) 541 : (tz) 542 : (ua) 543 : (ub) 544 : (uc) 545 : (ud) 546 : (ue) 547 : (uf) 548 : (ug) 549 : (uh) 550 : (ui) 551 : (uj) 552 : (uk) 553 : (ul) 554 : (um) 555 : (un) 556 : (uo) 557 : (up) 558 : (uq) 559 : (ur) 560 : (us) 561 : (ut) 562 : (uu) 563 : (uv) 564 : (uw) 565 : (ux) 566 : (uy) 567 : (uz) 568 : (va) 569 : (vb) 570 : (vc) 571 : (vd) 572 : (ve) 573 : (vf) 574 : (vg) 575 : (vh) 576 : (vi) 577 : (vj) 578 : (vk) 579 : (vl) 580 : (vm) 581 : (vn) 582 : (vo) 583 : (vp) 584 : (vq) 585 : (vr) 586 : (vs) 587 : (vt) 588 : (vu) 589 : (vv) 590 : (vw) 591 : (vx) 592 : (vy) 593 : (vz) 594 : (wa) 595 : (wb) 596 : (wc) 597 : (wd) 598 : (we) 599 : (wf) 600 : (wg) 601 : (wh) 602 : (wi) 603 : (wj) 604 : (wk) 605 : (wl) 606 : (wm) 607 : (wn) 608 : (wo) 609 : (wp) 610 : (wq) 611 : (wr) 612 : (ws) 613 : (wt) 614 : (wu) 615 : (wv) 616 : (ww) 617 : (wx) 618 : (wy) 619 : (wz) 620 : (xa) 621 : (xb) 622 : (xc) 623 : (xd) 624 : (xe) 625 : (xf) 626 : (xg) 627 : (xh) 628 : (xi) 629 : (xj) 630 : (xk) 631 : (xl) 632 : (xm) 633 : (xn) 634 : (xo) 635 : (xp) 636 : (xq) 637 : (xr) 638 : (xs) 639 : (xt) 640 : (xu) 641 : (xv) 642 : (xw) 643 : (xx) 644 : (xy) 645 : (xz) 646 : (ya) 647 : (yb) 648 : (yc) 649 : (yd) 650 : (ye) 651 : (yf) 652 : (yg) 653 : (yh) 654 : (yi) 655 : (yj) 656 : (yk) 657 : (yl) 658 : (ym) 659 : (yn) 660 : (yo) 661 : (yp) 662 : (yq) 663 : (yr) 664 : (ys) 665 : (yt) 666 : (yu) 667 : (yv) 668 : (yw) 669 : (yx) 670 : (yy) 671 : (yz) 672 : (za) 673 : (zb) 674 : (zc) 675 : (zd) 676 : (ze) 677 : (zf) 678 : (zg) 679 : (zh) 680 : (zi) 681 : (zj) 682 : (zk) 683 : (zl) 684 : (zm) 685 : (zn) 686 : (zo) 687 : (zp) 688 : (zq) 689 : (zr) 690 : (zs) 691 : (zt) 692 : (zu) 693 : (zv) 694 : (zw) 695 : (zx) 696 : (zy) 697 : (zz) 698 : (aa) 699 : (ab) 700 : (ac) 701 : (ad) 702 : (ae) 703 : (af) 704 : (ag) 705 : (ah) 706 : (ai) 707 : (aj) 708 : (ak) 709 : (al) 710 : (am) 711 : (an) 712 : (ao) 713 : (ap) 714 : (aq) 715 : (ar) 716 : (as) 717 : (at) 718 : (au) 719 : (av) 720 : (aw) 721 : (ax) 722 : (ay) 723 : (az) 724 : (ba) 725 : (bb) 726 : (bc) 727 : (bd) 728 : (be) 729 : (bf) 730 : (bg) 731 : (bh) 732 : (bi) 733 : (bj) 734 : (bk) 735 : (bl) 736 : (bm) 737 : (bn) 738 : (bo) 739 : (bp) 740 : (bq) 741 : (br) 742 : (bs) 743 : (bt) 744 : (bu) 745 : (bv) 746 : (bw) 747 : (bx) 748 : (by) 749 : (bz) 750 : (ca) 751 : (cb) 752 : (cc) 753 : (cd) 754 : (ce) 755 : (cf) 756 : (cg) 757 : (ch) 758 : (ci) 759 : (cj) 760 : (ck) 761 : (cl) 762 : (cm) 763 : (cn) 764 : (co) 765 : (cp) 766 : (cq) 767 : (cr) 768 : (cs) 769 : (ct) 770 : (cu) 771 : (cv) 772 : (cw) 773 : (cx) 774 : (cy) 775 : (cz) 776 : (da) 777 : (db) 778 : (dc) 779 : (dd) 780 : (de) 781 : (df) 782 : (dg) 783 : (dh) 784 : (di) 785 : (dj) 786 : (dk) 787 : (dl) 788 : (dm) 789 : (dn) 790 : (do) 791 : (dp) 792 : (dq) 793 : (dr) 794 : (ds) 795 : (dt) 796 : (du) 797 : (dv) 798 : (dw) 799 : (dx) 800 : (dy) 801 : (dz) 802 : (ea) 803 : (eb) 804 : (ec) 805 : (ed) 806 : (ee) 807 : (ef) 808 : (eg) 809 : (eh) 810 : (ei) 811 : (ej) 812 : (ek) 813 : (el) 814 : (em) 815 : (en) 816 : (eo) 817 : (ep) 818 : (eq) 819 : (er) 820 : (es) 821 : (et) 822 : (eu) 823 : (ev) 824 : (ew) 825 : (ex) 826 : (ey) 827 : (ez) 828 : (fa) 829 : (fb) 830 : (fc) 831 : (fd) 832 : (fe) 833 : (ff) 834 : (fg) 835 : (fh) 836 : (fi) 837 : (fj) 838 : (fk) 839 : (fl) 840 : (fm) 841 : (fn) 842 : (fo) 843 : (fp) 844 : (fq) 845 : (fr) 846 : (fs) 847 : (ft) 848 : (fu) 849 : (fv) 850 : (fw) 851 : (fx) 852 : (fy) 853 : (fz) 854 : (ga) 855 : (gb) 856 : (gc) 857 : (gd) 858 : (ge) 859 : (gf) 860 : (gg) 861 : (gh) 862 : (gi) 863 : (gj) 864 : (gk) 865 : (gl) 866 : (gm) 867 : (gn) 868 : (go) 869 : (gp) 870 : (gq) 871 : (gr) 872 : (gs) 873 : (gt) 874 : (gu) 875 : (gv) 876 : (gw) 877 : (gx) 878 : (gy) 879 : (gz) 880 : (ha) 881 : (hb) 882 : (hc) 883 : (hd) 884 : (he) 885 : (hf) 886 : (hg) 887 : (hh) 888 : (hi) 889 : (hj) 890 : (hk) 891 : (hl) 892 : (hm) 893 : (hn) 894 : (ho) 895 : (hp) 896 : (hq) 897 : (hr) 898 : (hs) 899 : (ht) 900 : (hu) 901 : (hv) 902 : (hw) 903 : (hx) 904 : (hy) 905 : (hz) 906 : (ia) 907 : (ib) 908 : (ic) 909 : (id) 910 : (ie) 911 : (if) 912 : (ig) 913 : (ih) 914 : (ii) 915 : (ij) 916 : (ik) 917 : (il) 918 : (im) 919 : (in) 920 : (io) 921 : (ip) 922 : (iq) 923 : (ir) 924 : (is) 925 : (it) 926 : (iu) 927 : (iv) 928 : (iw) 929 : (ix) 930 : (iy) 931 : (iz) 932 : (ja) 933 : (jb) 934 : (jc) 935 : (jd) 936 : (je) 937 : (jf) 938 : (jg) 939 : (jh) 940 : (ji) 941 : (jj) 942 : (jk) 943 : (jl) 944 : (jm) 945 : (jn) 946 : (jo) 947 : (jp) 948 : (jq) 949 : (jr) 950 : (js) 951 : (jt) 952 : (ju) 953 : (jv) 954 : (jw) 955 : (jx) 956 : (jy) 957 : (jz) 958 : (ka) 959 : (kb) 960 : (kc) 961 : (kd) 962 : (ke) 963 : (kf) 964 : (kg) 965 : (kh) 966 : (ki) 967 : (kj) 968 : (kl) 969 : (km) 970 : (kn) 971 : (ko) 972 : (kp) 973 : (kq) 974 : (kr) 975 : (ks) 976 : (kt) 977 : (ku) 978 : (kv) 979 : (kw) 980 : (kx) 981 : (ky) 982 : (kz) 983 : (la) 984 : (lb) 985 : (lc) 986 : (ld) 987 : (le) 988 : (lf) 989 : (lg) 990 : (lh) 991 : (li) 992 : (lj) 993 : (lk) 994 : (ll) 995 : (lm) 996 : (ln) 997 : (lo) 998 : (lp) 999 : (lq) 1000 : (lr) 1001 : (ls) 1002 : (lt) 1003 : (lu) 1004 : (lv) 1005 : (lw) 1006 : (lx) 1007 : (ly) 1008 : (lz) 1009 : (ma) 1010 : (mb) 1011 : (mc) 1012 : (md) 1013 : (me) 1014 : (mf) 1015 : (mg) 1016 : (mh) 1017 : (mi) 1018 : (mj) 1019 : (mk) 1020 : (ml) 1021 : (mm) 1022 : (mn) 1023 : (mo) 1024 : (mp) 1025 : (mq) 1026 : (mr) 1027 : (ms) 1028 : (mt) 1029 : (mu) 1030 : (mv) 1031 : (mw) 1032 : (mx) 1033 : (my) 1034 : (mz) 1035 : (na) 1036 : (nb) 1037 : (nc) 1038 : (nd) 1039 : (ne) 1040 : (nf) 1041 : (ng) 1042 : (nh) 1043 : (ni) 1044 : (nj) 1045 : (nk) 1046 : (nl) 1047 : (nm) 1048 : (nn) 1049 : (no) 1050 : (np) 1051 : (nq) 1052 : (nr) 1053 : (ns) 1054 : (nt) 1055 : (nu) 1056 : (nv) 1057 : (nw) 1058 : (nx) 1059 : (ny) 1060 : (nz) 1061 : (oa) 1062 : (ob) 1063 : (oc) 1064 : (od) 1065 : (oe) 1066 : (of) 1067 : (og) 1068 : (oh) 1069 : (oi) 1070 : (oj) 1071 : (ok) 1072 : (ol) 1073 : (om) 1074 : (on) 1075 : (oo) 1076 : (op) 1077 : (oq) 1078 : (or) 1079 : (os) 1080 : (ot) 1081 : (ou) 1082 : (ov) 1083 : (ow) 1084 : (ox) 1085 : (oy) 1086 : (oz) 1087 : (pa) 1088 : (pb) 1089 : (pc) 1090 : (pd) 1091 : (pe) 1092 : (pf) 1093 : (pg) 1094 : (ph) 1095 : (pi) 1096 : (pj) 1097 : (pk) 1098 : (pl) 1099 : (pm) 1100 : (pn) 1101 : (po) 1102 : (pp) 1103 : (pq) 1104 : (pr) 1105 : (ps) 1106 : (pt) 1107 : (pu) 1108 : (pv) 1109 : (pw) 1110 : (px) 1111 : (py) 1112 : (pz) 1113 : (qa) 1114 : (qb) 1115 : (qc) 1116 : (qd) 1117 : (qe) 1118 : (qf) 1119 : (qg) 1120 : (qh) 1121 : (qi) 1122 : (qj) 1123 : (qk) 1124 : (ql) 1125 : (qm) 1126 : (qn) 1127 : (qo) 1128 : (qp) 1129 : (qq) 1130 : (qr) 1131 : (qs) 1132 : (qt) 1133 : (qu) 1134 : (qv) 1135 : (qw) 1136 : (qx) 1137 : (qy) 1138 : (qz) 1139 : (ra) 1140 : (rb) 1141 : (rc) 1142 : (rd) 1143 : (re) 1144 : (rf) 1145 : (rg) 1146 : (rh) 1147 : (ri) 1148 : (rj) 1149 : (rk) 1150 : (rl) 1151 : (rm) 1152 : (rn) 1153 : (ro) 1154 : (rp) 1155 : (rq) 1156 : (rr) 1157 : (rs) 1158 : (rt) 1159 : (ru) 1160 : (rv) 1161 : (rw) 1162 : (rx) 1163 : (ry) 1164 : (rz) 1165 : (sa) 1166 : (sb) 1167 : (sc) 1168 : (sd) 1169 : (se) 1170 : (sf) 1171 : (sg) 1172 : (sh) 1173 : (si) 1174 : (sj) 1175 : (sk) 1176 : (sl) 1177 : (sm) 1178 : (sn) 1179 : (so) 1180 : (sp) 1181 : (sq) 1182 : (sr) 1183 : (ss) 1184 : (st) 1185 : (su) 1186 : (sv) 1187 : (sw) 1188 : (sx) 1189 : (sy) 1190 : (sz) 1191 : (ta) 1192 : (tb) 1193 : (tc) 1194 : (td) 1195 : (te) 1196 : (tf) 1197 : (tg) 1198 : (th) 1199 : (ti) 1200 : (tj) 1201 : (tk) 1202 : (tl) 1203 : (tm) 1204 : (tn) 1205 : (to) 1206 : (tp) 1207 : (tq) 1208 : (tr) 1209 : (ts) 1210 : (tt) 1211 : (tu) 1212 : (tv) 1213 : (tw) 1214 : (tx) 1215 : (ty) 1216 : (tz) 1217 : (ua) 1218 : (ub) 1219 : (uc) 1220 : (ud) 1221 : (ue) 1222 : (uf) 1223 : (ug) 1224 : (uh) 1225 : (ui) 1226 : (uj) 1227 : (uk) 1228 : (ul) 1229 : (um) 1230 : (un) 1231 : (uo) 1232 : (up) 1233 : (uq) 1234 : (ur) 1235 : (us) 1236 : (ut) 1237 : (uu) 1238 : (uv) 1239 : (uw) 1240 : (ux) 1241 : (uy) 1242 : (uz) 1243 : (va) 1244 : (vb) 1245 : (vc) 1246 : (vd) 1247 : (ve) 1248 : (vf) 1249 : (vg) 1250 : (vh) 1251 : (vi) 1252 : (vj) 1253 : (vk) 1254 : (vl) 1255 : (vm) 1256 : (vn) 1257 : (vo) 1258 : (vp) 1259 : (vq) 1260 : (vr) 1261 : (vs) 1262 : (vt) 1263 : (vu) 1264 : (vv) 1265 : (vw) 1266 : (vx) 1267 : (vy) 1268 : (vz) 1269 : (wa) 1270 : (wb) 1271 : (wc) 1272 : (wd) 1273 : (we) 1274 : (wf) 1275 : (wg) 1276 : (wh) 1277 : (wi) 1278 : (wj) 1279 : (wk) 1280 : (wl) 1281 : (wm) 1282 : (wn) 1283 : (wo) 1284 : (wp) 1285 : (wq) 1286 : (wr) 1287 : (ws) 1288 : (wt) 1289 : (wu) 1290 : (wv) 1291 : (ww) 1292 : (wx) 1293 : (wy) 1294 : (wz) 1295 : (xa) 1296 : (xb) 1297 : (xc) 1298 : (xd) 1299 : (xe) 1300 : (xf) 1301 : (xg) 1302 : (xh) 1303 : (xi) 1304 : (xj) 1305 : (xk) 1306 : (xl) 1307 : (xm) 1308 : (xn) 1309 : (xo) 1310 : (xp) 1311 : (xq) 1312 : (xr) 1313 : (xs) 1314 : (xt) 1315 : (xu) 1316 : (xv) 1317 : (xw) 1318 : (xx) 1319 : (xy) 1320 : (xz) 1321 : (ya) 1322 : (yb) 1323 : (yc) 1324 : (yd) 1325 : (ye) 1326 : (yf) 1327 : (yg) 1328 : (yh) 1329 : (yi) 1330 : (yj) 1331 : (yk) 1332 : (yl) 1333 : (ym) 1334 : (yn) 1335 : (yo) 1336 : (yp) 1337 : (yq) 1338 : (yr) 1339 : (ys) 1340 : (yt) 1341 : (yu) 1342 : (yv) 1343 : (yw) 1344 : (yx) 1345 : (yy) 1346 : (yz) 1347 : (za) 1348 : (zb) 1349 : (zc) 1350 : (zd) 1351 : (ze) 1352 : (zf) 1353 : (zg) 1354 : (zh) 1355 : (zi) 1356 : (zj) 1357 : (zk) 1358 : (zl) 1359 : (zm) 1360 : (zn) 1361 : (zo) 1362 : (zp) 1363 : (zq) 1364 : (zr) 1365 : (zs) 1366 : (zt) 1367 : (zu) 1368 : (zv) 1369 : (zw) 1370 : (zx) 1371 : (zy) 1372 : (zz) 1373 : (aa) 1374 : (ab) 1375 : (ac) 1376 : (ad) 1377 : (ae) 1378 : (af) 1379 : (ag) 1380 : (ah) 1381 : (ai) 1382 : (aj) 1383 : (ak) 1384 : (al) 1385 : (am) 1386 : (an) 1387 : (ao) 1388 : (ap) 1389 : (aq) 1390 : (ar) 1391 : (as) 1392 : (at) 1393 : (au) 1394 : (av) 1395 : (aw) 1396 : (ax) 1397 : (ay) 1398 : (az) 1399 : (ba) 1400 : (bb) 1401 : (bc) 1402 : (bd) 1403 : (be) 1404 : (bf) 1405 : (bg) 1406 : (bh) 1407 : (bi) 1408 : (bj) 1409 : (bk) 1410 : (bl) 1411 : (bm) 1412 : (bn) 1413 : (bo) 1414 : (bp) 1415 : (bq) 1416 : (br) 1417 : (bs) 1418 : (bt) 1419 : (bu) 1420 :

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1	Quelle: KMK (2004a). Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss: Beschluss vom 4.12.2003, Aufgabe 16.	Viele Autofahrer benutzen für die Fahrt von A nach B nicht die stark befahrenen Hauptstraßen, sondern einen „Schleichweg“. Äußern Sie sich, ob die Abkürzung eine Zeitersparnis bringt, wenn man auf dem „Schleichweg“ durchschnittlich mit 30 km/h und auf den Hauptstraßen durchschnittlich mit 50 km/h fahren kann.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Fachinhalt_Mathematik_Messen	2418	74.5	829	25.5

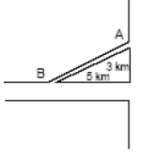
N = 3247

c. Raum und Form

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Fachinhalt Raum und Form nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung umfasst <u>nicht</u> den Fachinhalt Raum und Form.
1	Fachinhalt Raum und Form vorhanden	Der Fachinhalt Raum und Form zeichnet sich anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Erkennen/Beschreiben geometrische Strukturen in der Umwelt • Gedankliche Operation mit Strecken/Flächen/Körpern • Darstellung/Erkennung geometrischer Figuren im kartesischen Koordinatensystem/Körper, z. B. als Netz/Schrägbild/Modell • Analyse/Klassifikation geometrischer Objekte der Ebene/des Raumes • Beschreibung/Begründung/Nutzung von Eigenschaften/Beziehungen geometrischer Objekte, z. B. Symmetrie, Kongruenz, Ähnlichkeit, Lagebeziehungen • Anwendung von Sätzen der ebenen Geometrie bei Konstruktionen/Berechnungen/Beweisen an z. B. Satz des Pythagoras/ Satz des Thales • Zeichnung/Konstruktion geometrischer Figuren unter Verwendung angemessener Hilfsmittel, z. B. Zirkel • Untersuchung von Fragen der Lösbarkeit/Lösungsvielfalt von Konstruktionssaufgaben

Anmerkung: Dieses Merkmal wird nur für die Leistungsaufgaben kodiert. Die passenden Fachinhalte der Lernaufgaben wurden von den Lehrkräften selbst angegeben.

Quelle: KMK (2004a).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1	 Viele Autofahrer benutzen für die Fahrt von A nach B nicht die stark befahrenen Hauptstraßen, sondern einen „Schleichweg“. Äußern Sie sich, ob die Abkürzung eine Zeitersparnis bringt, wenn man auf dem „Schleichweg“ durchschnittlich mit 30 km/h und auf den Hauptstraßen durchschnittlich mit 50 km/h fahren kann. Quelle: KMK (2004a). Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss: Beschluss vom 4.12.2003, Aufgabe 16.	

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Fachinhalt_Mathematik_Raum_und_Form	2197	67.7	1050	32.3

N = 3247

d. Funktionaler Zusammenhang

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Fachinhalt Funktionaler Zusammenhang nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung umfasst <u>nicht</u> den Fachinhalt funktionaler Zusammenhang.
1	Fachinhalt Funktionaler Zusammenhang vorhanden	Der Fachinhalt Funktionaler Zusammenhang zeichnet sich anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Nutzen von Funktionen als Mittel zur Beschreibung quantitativer Zusammenhänge • Erkennen/Beschreiben funktionaler Zusammenhänge • Darstellung funktionaler Zusammenhänge in sprachlicher/tabellarischer/graphischer Form/als Term • Analyse/Interpretation/Vergleichen unterschiedlicher Darstellungen funktionaler Zusammenhänge, z. B. lineare • Lösung realitätsnaher Probleme im Zusammenhang mit Zuordnungen, z. B. linear • Graphische Interpretation linearer Gleichungssysteme • Lösen von Gleichungen/linearer Gleichungssysteme • Untersuchen von Fragen der Lösbarkeit/Lösungsvielfalt von linearen/quadratischen Gleichungen/linearen Gleichungssystemen/Formulieren von Aussagen • Bestimmung kennzeichnender Merkmale von Funktionen/Herstellen von Beziehungen zwischen Funktionsterm/Graph • Anwendung linearer/quadratischer Funktionen/Exponentialfunktionen bei der Beschreibung/Bearbeitung von Problemen • Verwendung der Sinusfunktion zur Beschreibung von periodischen Vorgängen • Beschreibung der Veränderungen von Größen mittels Funktionen

Anmerkung: Dieses Merkmal wird nur für die Leistungsaufgaben kodiert. Die passenden Fachinhalte der Lernaufgaben wurden von den Lehrkräften selbst angegeben.

Quelle: KMK (2004a).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1	a) Berechne zu zwei beliebigen positiven reellen Zahlen a und b die folgenden Mittelwerte. Beschreibe dann die Unterschiede. arithmetisches Mittel: $m_a = \frac{a+b}{2}$ geometrisches Mittel: $m_g = \sqrt{a \cdot b}$ quadratisches Mittel: $m_q = \sqrt{\frac{a^2 + b^2}{2}}$ Quelle: Freytag et al. (2007). Fokus Mathematik - Jahrgangsstufe 9 - Gymnasium Bayern, S. 50.	Erkennen und Beschreiben funktionaler Zusammenhänge sowie Darstellungen in sprachlicher, tabellarischer oder graphischer Form sowie als Term.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	n	%	n	%
Fachinhalt_Mathematik_Funktionaler_Zusammenhang	1791	55.2	1456	44.8

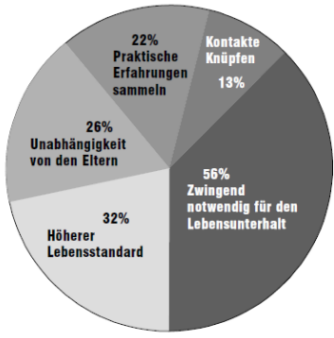
N = 3247

e. Daten und Zufall

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Fachinhalt Daten und Zufall nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung umfasst <u>nicht</u> den Fachinhalt Daten und Zufall.
1	Fachinhalt Daten und Zufall vorhanden	Der Fachinhalt Daten und Zufall zeichnet sich anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Auswerten graphischer Darstellungen/Tabellen von statistischen Erhebungen • Planen statistischer Erhebungen • Sammeln systematischer Daten/Erfassung in Tabellen/graphische Darstellung • Interpretation von Daten unter Verwendung von Kenngrößen • Reflektion/Bewertung von Argumenten, die auf einer Datenanalyse basieren • Beschreibung von Zufallserscheinungen in alltäglichen Situationen • Bestimmung von Wahrscheinlichkeiten bei Zufallsexperimenten

Anmerkung: Dieses Merkmal wird nur für die Leistungsaufgaben kodiert. Die passenden Fachinhalte der Lernaufgaben wurden von den Lehrkräften selbst angegeben.

Quelle: KMK (2004a).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1	 nach Zeit-Grafik/Quelle: Sozialerhebung des Deutschen Studentenwerkes 1998 (Original in: Die Zeit vom 15.07.1999)	Das nebenstehende Diagramm zeigt Untersuchungsergebnisse zur Frage „Warum arbeiten Studenten?“ Angenommen es wurden 2000 Studenten befragt. Wie viele Studenten haben die Aussage „zwingend notwendig für den Lebensunterhalt“ angegeben? Auswerten einer graphischen Darstellung von statistischen Erhebungen. Quelle: KMK (2004a). Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss: Beschluss vom 4.12.2003, Aufgabe 17.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Fachinhalt_Mathematik_Daten_und_Zufall	3013	92.8	234	7.2

N = 3247

4.2.1.2 Physik**a. Materie**

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Fachinhalt Materie nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung umfasst <u>nicht</u> den Fachinhalt Materie.
1	Fachinhalt Materie vorhanden	Der Fachinhalt Materie zeichnet sich anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): - Die Möglichkeit der Änderung von Aggregatzuständen, z. B. Form/ Volumen von Körpern - Den Bestand des Körpers aus Teilchen, z. B. Teilchenmodell, Brownsche Bewegung - Die Struktur der Materie, z. B. Atome, Moleküle, Kristalle

Anmerkung: Dieses Merkmal wird nur für die Leistungsaufgaben kodiert. Die passenden Fachinhalte der Lernaufgaben wurden von den Lehrkräften selbst angegeben.

Quelle: KMK (2004b).

Code	Beispiel	Erläuterung																																
0																																		
1	Eigenschaften von Substanzen (Marker) allgemein <table><tr><td colspan="2">giftig</td><td colspan="2">grün</td><td colspan="2">reflektierend</td><td colspan="2">elektrisch leitend</td></tr><tr><td>ja</td><td>nein</td><td>ja</td><td>nein</td><td>ja</td><td>nein</td><td>ja</td><td>nein</td></tr></table> <table><tr><td colspan="2">Halbwertszeit</td><td colspan="2">ausscheidbar</td><td colspan="2">Teilchen-durchmesser</td><td colspan="2">nachweisbar</td></tr><tr><td>ja</td><td>nein</td><td>ja</td><td>nein</td><td>ja</td><td>nein</td><td>ja</td><td>nein</td></tr></table>	giftig		grün		reflektierend		elektrisch leitend		ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	Halbwertszeit		ausscheidbar		Teilchen-durchmesser		nachweisbar		ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein	
giftig		grün		reflektierend		elektrisch leitend																												
ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein																											
Halbwertszeit		ausscheidbar		Teilchen-durchmesser		nachweisbar																												
ja	nein	ja	nein	ja	nein	ja	nein																											

Zur Untersuchung einer Schilddrüse soll eine geeignete radioaktive Substanz (als sogenannter Marker) ausgewählt werden. Diese Substanz wird in einer Verbindung mit anderen Stoffen vom Patienten eingenommen und verteilt sich durch Stoffwechselprozesse im Körper. Mit einer besonderen Kamera wird nach einigen Stunden die Stärke der Strahlung, die von der Substanz ausgeht, für jeden Punkt der Schilddrüse aufgenommen und daraus ein Bild berechnet. Auf diesem Bild sind Veränderungen erkennbar. Entscheiden Sie jeweils, ob die in den Tabellen aufgeführten Eigenschaften für eine medizinische Nutzung von Bedeutung sind.

Quelle: KMK (2004b). Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss. 2. Aufgabenbeispiel: Schilddrüse, S. 17.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Fachinhalt_Physik_Materie	572	92.0	50	8.0

N = 622

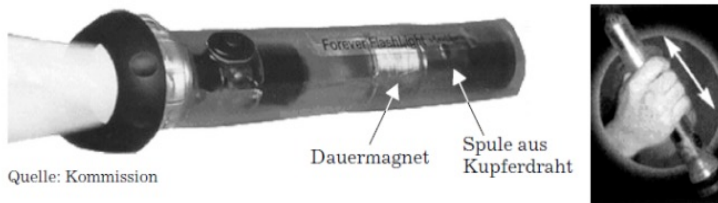
b. Wechselwirkung

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Fachinhalt Wechselwirkung nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung umfasst <u>nicht</u> den Fachinhalt Wechselwirkung.
1	Fachinhalt Wechselwirkung vorhanden	Der Fachinhalt Wechselwirkung zeichnet sich anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Verformung/Änderung der Bewegungszustände der Körper durch Einwirkung aufeinander, z. B. Kraftwirkungen, Trägheitsgesetz, • Einwirkung der Körper aufeinander durch Felder, z. B. Kräfte zwischen Ladungen, Schwerkraft, Kräfte zwischen Magneten • Veränderung/Wechselwirkung von Strahlung/Materie, z. B. Reflexion, Brechung, Totalreflexion, Farben, Treibhauseffekt, globale Erwärmung, ionisierende Strahlung

Anmerkung: Dieses Merkmal wird nur für die Leistungsaufgaben kodiert. Die passenden Fachinhalte der Lernaufgaben wurden von den Lehrkräften selbst angegeben.

Quelle: KMK (2004b).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1		



In einem Katalog wird eine neuartige Taschenlampe angeboten: Weltneuheit: Immer einsatzbereit. Kurze Zeit in Längsrichtung schütteln (siehe Abbildung) reicht aus, und schon hat man Dauerlicht.

1. Erklären Sie, warum durch das Schütteln eine elektrische Spannung erzeugt werden kann.
2. Planen Sie ein Experiment, mit dem die Erzeugung einer solchen Spannung demonstriert werden kann.

Quelle: KMK (2004b). Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss. 5. Aufgabenbeispiel: Batterieless Taschenlampe, S. 22.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Fachinhalt_Physik_Wechselwirkung	375	60.3	247	39.7

N = 622

c. System

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Fachinhalt System nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung umfasst <u>nicht</u> den Fachinhalt System.
1	Fachinhalt System vorhanden	Der Fachinhalt System zeichnet sich anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Stabile Zustände als Systeme im Gleichgewicht, z. B. Kräftegleichgewicht, Druckgleichgewicht, thermisches Gleichgewicht • Ströme/Schwingungen durch gestörtes Gleichgewicht, z. B. Druck-, Temperatur-/Potenzialunterschiede • Ursache/Widerstände von Strömen, z. B. elektrischer Stromkreis, thermische Ströme

Anmerkung: Dieses Merkmal wird nur für die Leistungsaufgaben kodiert. Die passenden Fachinhalte der Lernaufgaben wurden von den Lehrkräften selbst angegeben.

Quelle: KMK (2004b).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1	6* Simon sagt: „Ein Schneeball kann eine Lawine auslösen – winzige Kraft mit riesiger Wirkung.“ Leonie meint: „Wenn viele Tonnen Schnee ins Tal rollen, wirken ganz andere Kräfte!“ Nimm Stellung zu Simons Äußerung. Quelle: Muckenfuß & Nordmeier (2013a). Natur und Technik – Physik: Differenzierende Ausgabe. Sekundarschule/Gesamtschule – Nordrhein-Westfalen · Band 3. Schülerbuch mit Online-Angebot. Cornelsen, S. 201.	

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Fachinhalt_Physik_System	403	64.8	219	35.2

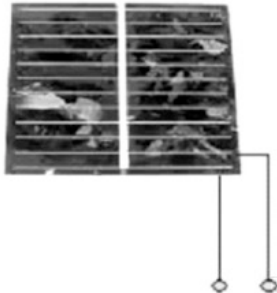
N = 622

d. Energie

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Fachinhalt Energie nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung umfasst <u>nicht</u> den Fachinhalt Energie.
1	Fachinhalt Energie vorhanden	Der Fachinhalt System zeichnet sich anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Gewinnung nutzbarer Energie aus erschöpfbaren/regenerativen Quellen, z. B. fossile Brennstoffe, Wind-/Sonnen-/Kernenergie • Wechsel der/des Energieform/-trägers, z. B. Generator, Motor, Abwärme • Gesamtheit der Energien, z. B. Pumpspeicherwerk, Wärmepumpe • Energiefluss von Körpern unterschiedlicher Temperatur, z. B. Wärmeleitung, Strahlung

Anmerkung: Dieses Merkmal wird nur für die Leistungsaufgaben kodiert. Die passenden Fachinhalte der Lernaufgaben wurden von den Lehrkräften selbst angegeben.

Quelle: KMK (2004b).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1	Solarzellen gewinnen immer mehr an Bedeutung als regenerative Energiequellen, es gibt bereits Solarkraftwerke mit einer Leistung im Megawattbereich. Im folgenden Modellversuch übernimmt die Taschenlampe die Rolle der Sonne. Experimentiermaterial: • Taschenlampe • Strommessgerät • Spannungsmessgerät • Verbindungsmaterial • Solarzelle • Elektromotor Planen Sie ein Experiment, bei dem das Licht der Taschenlampe benutzt wird, um den Elektromotor in Bewegung zu setzen. Zeichnen Sie das Energieflussdiagramm für Ihr geplantes Experiment, beginnen Sie mit der Batterie Skizzieren Sie den Versuchsaufbau. Quelle: KMK (2004b). Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss. 11. Aufgabenbeispiel: Experiment mit einer Solarzelle, S. 2.	 Quelle: Kommission

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Fachinhalt_Physik_Energie	506	81.4	116	18.6

N = 622

4.2.1.3 Biologie**a. System**

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Fachinhalt System nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung umfasst <u>nicht</u> den Fachinhalt System.
1	Fachinhalt vorhanden	Der Fachinhalt System zeichnet sich anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Lebendige Systeme, z. B. Zelle/Organismus/Ökosystem/Biosphäre • Elemente der lebendigen Systeme/ihre Wechselwirkung, z. B. Zelle besteht aus Zellorganellen, Organismus aus Organen, Ökosystem/Biosphäre aus abiotischen und biotischen Elementen • Eigenschaften/Charakterisierung/Kennzeichnung der lebendigen Systeme durch Struktur/Funktion • Beziehung lebendiger Systeme zu weiteren Systemen der Geosphäre/Gesellschaft, z. B. Wirtschafts- und Sozialsystemen

Anmerkung: Dieses Merkmal wird nur für die Leistungsaufgaben kodiert. Die passenden Fachinhalte der Lernaufgaben wurden von den Lehrkräften selbst angegeben.

Quelle: KMK (2004c).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1		

Seit drei Monaten steht im Klassenzimmer an einem hellen Platz ein versiegeltes Aquarium. Es handelt sich um ein verschlossenes Wasserglas, das 1000 ml fasst und mit 800 ml Wasser gefüllt ist.

Das Aquarium ist mit mehreren grünen Wasserpflanzen bepflanzt worden, deren Gewicht beim Einpflanzen zusammen 215 g betragen hat. Ferner leben im Aquarium von Anfang an zwei Spitzschlamm Schnecken, die zusammen 18 g wiegen. Diese Schnecken sind, obwohl im Wasser lebend, Lungenschnecken und wechselwarme Tiere. Sie ernähren sich von Wasserpflanzen, Algenaufwuchs, Kleinstlebewesen und Aas.

Quelle: W. Zink, Das versiegelte Aquarium. In: Natura aktuell, Heft 5, Klett-Verlag, Stuttgart 2001

2. Obwohl Schnecken häufig Fraßschäden anrichten, ist es ihnen auch nach drei Monaten nicht gelungen, den Pflanzenbestand im Aquarium abzuweiden. Vielmehr gedeihen die Pflanzen ausgesprochen gut. Ein:e Schüler:in der Klasse erklärt: „Dies liegt am **Schneckenkot**. Schnecken scheiden etwa soviel Kot aus, wie sie an Nahrung zu sich nehmen. Dieser Kot dient den Pflanzen als Nahrung. Somit wachsen die Pflanzen ständig.“

a) Nehmen Sie zu dieser Argumentation Stellung.

b) Stellen Sie den korrekten Sachverhalt **als Stoffkreislauf** schematisch dar.

Quelle: KMK (2004c). Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss. 1. Aufgabenbeispiel: Das versiegelte Aquarium, S. 19.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Fachinhalt_Biologie_System	216	72.5	82	27.5

N = 298

b. Struktur und Funktion

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Fachinhalt Struktur und Funktion nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung umfasst <u>nicht</u> den Fachinhalt Struktur und Funktion.
1	Fachinhalt Struktur und Funktion vorhanden	Der Fachinhalt Struktur und Funktion zeichnet sich anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Zelle als strukturelle/funktionelle Grundbaueinheit des Lebendigen • Strukturelle Grundlagen der Funktionen, z. B. von Zelle/Organismus/ Ökosystem/Biosphäre • Systemeigenschaften von Stoff- und Energieumwandlung/Steuerung und Regelung/Informationsverarbeitung/Bewegung/Weitergabe und Ausprägung genetischer Information • Evolutionäre Entwicklung als Ergebnis der Anpasstheit von Organismen an ihre Umwelt

Anmerkung: Dieses Merkmal wird nur für die Leistungsaufgaben kodiert. Die passenden Fachinhalte der Lernaufgaben wurden von den Lehrkräften selbst angegeben.

Quelle: KMK (2004c).

Code	Beispiel	Erläuterung
------	----------	-------------

0

1

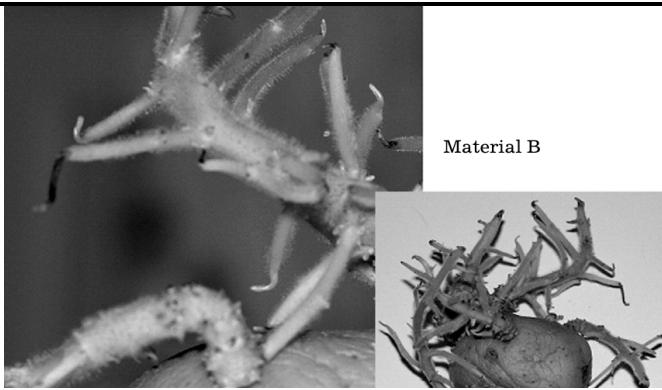
Aufgabenstellung:

1. **Beschreiben Sie das Aussehen** der Kartoffel im Zustand A und B.
2. Die Veränderungen der Kartoffeln werfen unwillkürlich Fragen auf. Welche der nachstehenden Fragen sind aus Ihrer Sicht biologisch sinnvolle Fragen. Sie können bei (8) auch selbst eine Frage formulieren.
 - (1) ☐ Sind die Triebe der Kartoffel Wurzeln?
 - (2) ☐ Sind die Triebe der Kartoffel Stängel?
 - (3) ☐ Ist die Kartoffelknolle tot oder lebendig?
 - (4) ☐ Enthält die Kartoffel einen „Embryo“ wie ein Samen?
 - (5) ☐ Welche Faktoren veranlassen die Kartoffel, Triebe auszubilden?
 - (6) ☐ Können im Keller Kartoffelpflanzen wachsen und neue Kartoffeln geerntet werden?
 - (7) ☐ Welchen energiereichen Stoff enthält die Kartoffelknolle, die ihr ermöglicht, Triebe zu bilden?
 - (8) ☐ _____



Material A





Quelle: KMK (2004c). Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss. 8. Aufgabenbeispiel: Die vergessene Kartoffel, S. 37 ff.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Fachinhalt_Biologie_Struktur_und_Funktion	172	57.7	126	42.3

N = 298

c. Entwicklung

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Fachinhalt Entwicklung nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung umfasst <u>nicht</u> den Fachinhalt Entwicklung.
1	Fachinhalt Entwicklung vorhanden	Der Fachinhalt Entwicklung zeichnet sich anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Entwicklung von Zelle/Organismus/Ökosystemen • Verlauf der artspezifischen Individualentwicklung durch genetische Anlagen/Umwelteinflüssen • Mutation/Selektion als Ursachen der innerartlichen/ stammesgeschichtlichen Entwicklung • Direkte/indirekte Veränderung der lebendigen Systeme durch den Menschen

Anmerkung: Dieses Merkmal wird nur für die Leistungsaufgaben kodiert. Die passenden Fachinhalte der Lernaufgaben wurden von den Lehrkräften selbst angegeben.

Quelle: KMK (2004c).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1		

Eine häufige Krankheit im Alter – die Parkinson-Krankheit

Einer von hundert Sechzigjährigen ist an der Parkinsonschen Krankheit erkrankt, manchmal geschieht dies schon in einem jüngeren Lebensalter. Prominente wie der ehemalige Box-Weltmeister Mohammed Ali oder der Schauspieler Michael Fox erkrankten schon in jungen Jahren, andere wie Papst Johannes Paul II. erst im hohen Alter.

Der Parkinsonpatient leidet unter Zittern der Hände im Ruhezustand, er bewegt sich langsam und schleppend. Vielfach wirken seine Gesichtszüge starr und emotionslos, obwohl er geistig rege und emotionsfähig ist. Dies liegt daran, dass in einem bestimmten Bereich des Großhirns, das für willkürliche und unwillkürliche Bewegung zuständig ist, ein wichtiger Botenstoff von Nervenzellen nicht mehr hergestellt werden kann. Diese Nervenzellen arbeiten fehlerhaft.

Worin könnte nun die Heilung bestehen? Bringt man embryonale Stammzellen in den Gehirnbereich ein, in der die Nervenzellen fehlerhaft arbeiten, wachsen vor Ort gesunde Nervenzellen nach. Sie stellen den Botenstoff wieder her, die Symptome der Parkinson-Krankheit schwächen sich ab. Das Problem: Die Stammzellen werden als fremd erkannt, wenn sie von einem fremden Menschen stammen.

Der Trick des therapeutischen Klonens besteht nun darin, nicht die befruchtete Eizelle eines anderen Paares zur Anzucht der embryonalen Stammzellen zu verwenden, sondern eine Eizelle, in die der Zellkern einer Zelle des Patienten eingebracht wurde. Mit einer Mikropipette wird aus einer unbefruchteten Eizelle, die von einer Frau gespendet wird, der Zellkern entfernt. Aus einer gesunden Körperzelle des Patienten wird der Zellkern entnommen und in die entkernte Eizelle gebracht. Diese entwickelt sich nun wie ein normaler Embryo. Stammzellen aus dem Blasenkeimstadium werden später in das erkrankte Nervengewebe eingepflanzt. Sie besitzen das gleiche Erbmateriale wie die Nervenzellen und werden deshalb nicht abgestoßen.

Quelle: Kommission

6. Die **embryonale Stammzellenforschung** ist umstritten. Schildern Sie den Konflikt und äußern Sie Ihre eigene Meinung.

Quelle: KMK (2004c). Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss. 14. Aufgabenbeispiel: Hilfe für Parkinsonkranke?, S. 63.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Fachinhalt_Biologie_Entwicklung	208	69.8	90	30.2

N = 298

4.2.1.4 Chemie

a. Stoff-Teilchen-Beziehung

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Fachinhalt Stoff-Teilchen-Beziehung nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung umfasst <u>nicht</u> den Fachinhalt Stoff-Teilchen-Beziehungen.
1	Fachinhalt Stoff-Teilchen-Beziehung vorhanden	Der Fachinhalt Stoff-Teilchen-Beziehungen zeichnet sich anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Bedeutsame Stoffe mit ihren typischen Eigenschaften • Submikroskopischer Bau von Stoffen • Bau von Atomen, z. B. Atommodell • Bindungsmodelle, z. B. Interpretation der Teilchenaggregation/räumlichen Strukturen/zwischenmolekularen Wechselwirkungen • Vielfalt der Stoffe, z. B. unterschiedliche Kombinationen/Anordnungen von Teilchen

Anmerkung: Dieses Merkmal wird nur für die Leistungsaufgaben kodiert. Die passenden Fachinhalte der Lernaufgaben wurden von den Lehrkräften selbst angegeben.

Quelle: KMK (2004d).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1	Material 2: In einer Gebrauchsanweisung für Wasserkocher heißt es: Bei kalkhaltigem Wasser sollte der Wasserkocher in regelmäßigen Zeitabständen entkalkt werden. Verwenden Sie zum Entkalken ein handelsübliches flüssiges Entkalkungsmittel (keine chemischen Entkalker verwenden) und beachten Sie dabei dessen Gebrauchsanweisung! Tipp: Bei leichter Verkalkung können Sie den Wasserkocher, anstatt Entkalkungsmittel zu verwenden, auch mit einer Mischung von 5–6 Löffeln Essig auf 0,5 Liter Wasser entkalken. Bitte beachten Sie beim Entkalken: ➤ kaltes Wasser in den Wasserkocher (bei stark schäumendem Entkalkungsmittel füllen Sie nur 0,5 Liter Wasser ein) ➤ die Entkalkermischung nicht aufkochen ➤ anschließend den Wasserkocher zweimal mit klarem Wasser spülen Quelle: Bedienungsanleitung für den Wasserkocher Mona der Firma Cloer Elektrogeräte GmbH, Arnsberg Etikett eines Entkalkers ÖKO-STECKBRIEF • HETTMANN Zitronensäure ist naturidentisch und wird deshalb vollständig abgebaut. • Minimale Verpackung Inhaltsstoffe gem. EU-Empfehlung: Reine naturidentische Zitronensäure in Lebensmittelqualität. Dennoch bitte Sicherheitshinweise beachten. Reizt die Augen. Berührung mit den Augen vermeiden. Bei Berührung mit den Augen sofort gründlich mit Wasser abspülen und Arzt konsultieren. Bei Verschlucken sofort ärztlichen Rat einholen und Verpackung oder Etikett vorzeigen. Darf nicht in die Hände von Kindern gelangen. Bei empfindlicher Haut wird empfohlen, Gummihandschuhe zu tragen. Zitronensäure nicht zusammen mit chlorhaltigen Reinigern anwenden. Für Österreich: Möglichst restlos verbrauchen, evtl. Reste mit Wasser verdünnt fortspülen. Achtung: nicht geeignet für Emaille, Aluminium, Marmorflächen und säureempfindliche Fliesen. Bitte spezielle Pflegehinweise der Hersteller beachten. Innenbeutel nach Gebrauch verschließen. Trocken lagern. Xi Reizend Material 1: Im Haushalt müssen Elektrogeräte, wie Kaffeemaschinen, Durchlauferhitzer und Waschmaschinen nach längerem Gebrauch in Abhängigkeit von der Wasserhärte entkalkt werden. Auf der Oberfläche des Heizrohres lagert sich Kalk (CaCO_3 und MgCO_3) ab und verringert die Heizleistung. Beim Entkalken mit verdünnter Salzsäure ($\text{HCl}_{(\text{aq})}$) ist ein deutliches Sprudeln und Zischen wahrnehmbar. In einem Haushaltstipp wird Essigsäure-Lösung ($\text{CH}_3\text{COOH}_{(\text{aq})}$) als umweltfreundliches Mittel zur Entfernung von Kalkflecken empfohlen. Sie reagiert aber schwächer als Salzsäure. Verkalkung auf Heizschleifen  Quelle: www.seilnacht.tuttlingen.de	

1.1. Beschreiben Sie mit eigenen Worten den Entkalkungsvorgang.

Quelle: KMK (2004d). Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss. 1. Aufgabenbeispiel: Entkalkung, S. 15.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Fachinhalt_Chemie_Stoff_Teilchen_Bezeichnung	364	53.5	316	46.5

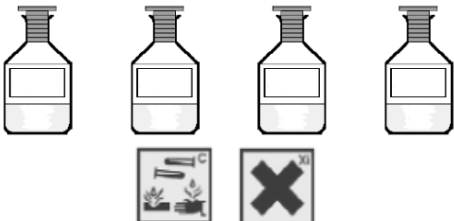
N = 680

b. Struktur-Eigenschaftsbeziehungen

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Fachinhalt Struktur-Eigenschaftsbeziehungen nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung umfasst <u>nicht</u> den Fachinhalt Struktur-Eigenschaftsbeziehungen.
1	Fachinhalt Struktur-Eigenschaftsbeziehungen vorhanden	Der Fachinhalt Struktur-Eigenschaftsbeziehungen zeichnet sich anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Ordnungsprinzipien für Stoffe, z. B. typische Eigenschaften/ charakteristische Merkmale der Zusammensetzung/Struktur der Teilchen • Deutung von Stoffeigenschaften auf Teilchenebene • Eigenschaften der Stoffe, z. B. Verwendungsmöglichkeiten und damit verbundene Vor- und Nachteile

Anmerkung: Dieses Merkmal wird nur für die Leistungsaufgaben kodiert. Die passenden Fachinhalte der Lernaufgaben wurden von den Lehrkräften selbst angegeben.

Quelle: KMK (2004d).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1		Die Art der Bindung (Salz-/ Molekül-Bindung) und die Struktur bestimmen die Eigenschaften der Chemikalien, z. B. sauer, basisch oder neutral.

Material:

Ein Auszubildender im Chemielabor füllt für den nächsten Tag verdünnte Salzsäure, verdünnte Natronlauge, Natriumcarbonat-Lösung und Wasser ab. Später stellt er fest, dass er die Beschriftungen der vier Flaschen vergessen hat. Nach kurzer Überlegung findet er einen Weg, mit Hilfe von Universalindikator und einigen Reagenzgläsern die Lösungen zu identifizieren.

Sicherheitshinweis: Behandeln Sie zunächst jede Flasche so, als ob eine ätzende oder reizende Lösung enthalten wäre!

Geräte und Chemikalien: Flaschen mit verdünnter Salzsäure, verdünnter Natriumhydroxid-Lösung, Natriumcarbonat-Lösung und Wasser, Universalindikator-Lösung, Reagenzgläser, Reagenzglasständer, Schutzbrille.

2.3 Beschriften Sie die Flaschen nach ihren Beobachtungen folgerichtig und ordnen Sie die entsprechenden Gefahrensymbole und zu. Begründen Sie Ihre Entscheidungen.

Quelle: KMK (2004d). Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss, S. 18.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Fachinhalt_Chemie_Struktur_Eigenschaftsbeziehung	537	79.0	143	21.0

N = 680

c. Chemische Reaktionen

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Fachinhalt Chemische Reaktionen nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung umfasst <u>nicht</u> den Fachinhalt Chemische Reaktion.
1	Fachinhalt Chemische Reaktionen vorhanden	Der Fachinhalt Chemische Reaktion zeichnet sich anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Phänomene der Stoff-/Energieumwandlung bei chemischen Reaktionen • Stoff- und Energieumwandlung, z. B. Veränderungen von Teilchen/Umbau chemischer Bindungen • Donator-Akzeptor-Reaktionen, z. B. Übertragung/Reaktionsart von Teilchen • Reaktionsschemata/-Gleichungen, z. B. Erhaltung der Atome/Bildung konstanter Atomzahlenverhältnisse in Verbindungen • Umkehrbarkeit chemischer Reaktionen • Stoffkreisläufe in Natur und Technik als Systeme chemischer Reaktionen • Steuerung chemischer Reaktionen, z. B. Variation von Reaktionsbedingungen

Anmerkung: Dieses Merkmal wird nur für die Leistungsaufgaben kodiert. Die passenden Fachinhalte der Lernaufgaben wurden von den Lehrkräften selbst angegeben.

Quelle: KMK (2004d).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1	1.2. Erklären Sie die chemischen Grundlagen des Entkalkungsvorgangsdurch Salzsäure. Unterstützen Sie Ihre Aussagen mithilfe einer Reaktionsgleichung .	Quelle: KMK (2004d). Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss, S. 15.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Fachinhalt_Chemie_Chemische_Reaktion	480	70.6	200	29.4

N = 680

d. Energetische Betrachtung bei Stoffumwandlungen

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Fachinhalt Energetische Betrachtung bei Stoffumwandlungen nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung umfasst <u>nicht</u> den Fachinhalt Energetische Betrachtung.
1	Fachinhalt Energetische Betrachtung bei Stoffumwandlungen vorhanden	Der Fachinhalt Energetische Betrachtung zeichnet sich anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Chemische Reaktionen, z. B. Veränderung des Energieinhalts des Reaktionssystems durch Austausch mit der Umgebung • Energetische Erscheinungen bei chemischen Reaktionen, z. B. Umwandlung eines Teils der in Stoffen gespeicherten Energie in andere Energieformen • Beeinflussbarkeit chemischer Reaktionen, z. B. Einsatz von Katalysatoren

Anmerkung: Dieses Merkmal wird nur für die Leistungsaufgaben kodiert. Die passenden Fachinhalte der Lernaufgaben wurden von den Lehrkräften selbst angegeben.

Quelle: KMK (2004d).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1		

Material 1:



Bild 1: Flüssiggas-Feuerzeug

Material 2:

Geräte und Chemikalien für die experimentelle Untersuchung des Feuerzeuggases:

Flüssiggas-Feuerzeug, Bechergläser, Uhrglas, Gaswaschflaschen, U-Rohr, Trichter, Stativ mit Klammern und Muffen, Wasserstrahlpumpe, Schlauchmaterial, Kalkwasser (ätzend, C), weißes Kupfersulfat (Xn), kaltes Wasser, Eiswürfel, Schutzbrille

Beachten Sie die Sicherheitsbestimmungen!

Eigenschaften von Flüssiggas

Flüssiggas besteht aus einem Gemisch der Kohlenwasserstoffe Propan und Butan. Wie Erdgas haben Propan und Butan keinen Eigengeruch und werden daher vor der Auslieferung mit einem stark riechenden Zusatz versetzt, um das Erkennen eventueller Lecks zu erleichtern. Flüssiggas ist in Gegenwart von Luft entflammbar.

Physikalische Daten von Flüssiggas		Propan	Butan
Siedepunkt	in °C bei Normaldruck	-42	-0,5
Entflammungstemperatur in °C	mit Luft	-104	-60

Quellen: www.thermogas.de, www.seilnacht.tuttlingen.de

3.8 Skizzieren Sie ein **Energiediagramm** der Verbrennungsreaktion für eine der beiden Kohlenwasserstoffverbindungen des Feuerzeuggases.

Quelle: KMK (2004d). Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss, S. 15.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Fachinhalt_Chemie_Energetische_Betrachtung_bei_Stoffumwandlungen	644	94.7	36	5.3

N = 680

4.3 Schwierigkeitsgenerierende Merkmale von Aufgaben

4.3.1 Anforderungsbereiche

4.3.1.1 Mathematik

a. Reproduktion

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Reproduktion nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>keine</u> Reproduktion.
1	Reproduktion vorhanden	Reproduktion zeichnet sich anhand folgender Kompetenzen aus (mind. 1 zutreffender Indikator): <u>Mathematisch argumentieren (K1)</u> • Wiedergabe/Anwendung von Routineargumentationen, z. B. Sätze/Verfahren/ Herleitungen • Geben von einfachen rechnerischen Begründungen • Argumentation mit Alltagswissen <u>Probleme mathematisch lösen (K2)</u> • Lösen einer einfachen mathematischen Aufgabenstellung durch Identifikation/ Auswahl einer naheliegenden Strategie, z. B. Zeichnen einer einfachen Hilfslinie <u>Mathematisch modellieren (K3)</u> • Nutzung vertrauter/ direkt erkennbarer Standardmodelle, z. B. Dreisatz • Überführen einer Realsituation in die Mathematik • Interpretieren eines mathematischen Resultats <u>Mathematische Darstellungen verwenden (K4)</u> • Anfertigen/Nutzen von Standarddarstellungen mathematischer Objekte/Situationen <u>Mit symbolischen, formalen und technischen Elementen umgehen (K5)</u> • Verwenden von Routineverfahren • Anwenden von Formeln/Symbolen • Nutzen einfacher mathematischer Werkzeuge, z. B. Formelsammlung <u>Kommunizieren (K6)</u> • Darlegung einfacher mathematischer Sachverhalte (mündlich & schriftlich) • Informationsentnahme aus kurzen mathematikhaltigen Texten/Grafiken/Abbildungen

Anmerkung: Ergänzend zu den Indikatoren steht den KodiererInnen folgendes Dokument zur Verfügung: Rothhardt (2015). Unterrichts Hilfsunterlagen. Zugriff unter <http://www.roro-seiten.de>.

Quelle: in Anlehnung an Bloom (1972), Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	Wahlen Stelle das folgende Wahlergebnis in einem Kreisdiagramm dar. Partei A: 30 % Partei B: 40 % Partei C: 25 % Sonstige: 5 % Quelle: Blum et al. (2010). <i>Bildungsstandards Mathematik: konkret. Sekundarstufe I: Aufgabenbeispiele, Unterrichtsanregungen, Fortbildungsideen</i>. Cornelsen, S. 44.	Keine Reproduktionsaufgabe, da mit Diagramm nicht weitergearbeitet wird. Daher technische Aufgabe.
1	Bruchaddition Beschreibe möglichst genau, wie man zwei Bruchzahlen addiert. Quelle: Blum et al. (2010). <i>Bildungsstandards Mathematik: konkret. Sekundarstufe I: Aufgabenbeispiele, Unterrichtsanregungen, Fortbildungsideen</i>. Cornelsen, S. 50.	K6

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Reproduktion	2728	72.9	1014	27.1

N = 3742

b. Anwendung

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Anwendung nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>keine</u> Anwendung.
1	Anwendung vorhanden	Anwendung zeichnet sich anhand folgender Kompetenzen aus (mind. 1 zutreffender Indikator): <u>Mathematisch argumentieren (K1)</u> - Nachvollziehen/Erläutern/Entwickeln überschaubarer mehrschrittiger Argumentationen - Beschreibung/Begründung von Lösungsweg - Bewertung von Ergebnissen bzgl. ihrer Anwendungskontexte - Erläuterung von Zusammenhängen/Ordnungen/Strukturen <u>Probleme mathematisch lösen (K2)</u> - Bearbeitung von Problemen, deren Lösung die Anwendung von heuristischen Hilfsmitteln/Strategien/Prinzipien erfordert - Formulierung von Problemen - Überprüfung der Plausibilität von Ereignissen <u>Mathematisch modellieren (K3)</u> - Vornehmen von mehrschrittigen Modellierungen - Interpretation von Ergebnissen einer Modellierung und Prüfung der Ausgangssituation - Zuordnung von passender Situation zu einem mathematischen Modell <u>Mathematische Darstellungen verwenden (K4)</u> - Erkennen von Beziehungen zwischen Darstellungsformen - Wechsel zwischen Darstellungsformen <u>Mit symbolischen, formalen und technischen Elementen umgehen (K5)</u> - Ausführen von Lösungs-/Kontrollverfahren - Übersetzung symbolischer/formaler Sprache in natürlich Sprache oder umgekehrt - Arbeiten mit VariablenTermen, Gleichungen, Funktionen, Tabellen und Diagrammen - Auswählen/Einsetzen von mathematischen Werkzeugen

Kommunizieren (K6)

- Darstellung von Überlegungen/Lösungswege/Ergebnisse
- Erfassung komplexer mathemathikhaltiger Texte/Grafiken/Abbildungen
- Verwendung adressatengerechter Fachsprache

Anmerkung: Ergänzend zu den Indikatoren steht den KodiererInnen folgendes Dokument zur Verfügung: Rothhardt (2015). Unterrichts Hilfsunterlagen. Zugriff unter <http://www.roro-seiten.de>.

Quelle: in Anlehnung an Bloom (1972), Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
------	----------	-------------

0

Gleichung

Löse die Gleichung $3x + 5 = 27$.

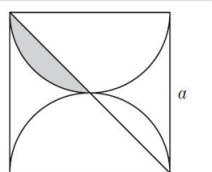
Quelle: Blum et al. (2010). *Bildungsstandards Mathematik: konkret. Sekundarstufe I: Aufgabenbeispiele, Unterrichtsanregungen, Fortbildungsideen*. Cornelsen, S. 47.

1

Fläche

In das rechts abgebildete Quadrat mit der Seitenlänge a sind zwei Halbkreise und eine Diagonale eingezeichnet.

Berechne den Inhalt der grauen Fläche.



K2

Quelle: Blum et al. (2010). *Bildungsstandards Mathematik: konkret. Sekundarstufe I: Aufgabenbeispiele, Unterrichtsanregungen, Fortbildungsideen*. Cornelsen, S. 40.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	n	%	n	%
Anwendung	1040	27.8	2702	72.2

$N = 3742$

c. Transfer

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Transfer nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>keinen</u> Transfer.
1	Transfer vorhanden	Transfer zeichnet sich anhand folgender Kompetenzen aus (mind. 1 zutreffender Indikator): <u>Mathematisch argumentieren (K1)</u> • Nutzen/Erläutern/Entwickeln komplexer Argumentationen • Bewertung verschiedener Argumentationen • Stellen von Fragen, die für Mathematik charakteristisch sind • Äußerung begründeter mathematischer Vermutungen <u>Probleme mathematisch lösen (K2)</u> • Bearbeitung anspruchsvoller Probleme • Finden von Lösungsideen • Reflexion von Lösungswegen <u>Mathematisch modellieren (K3)</u> • Modellierung komplexer/unvertrauter Situationen • Reflexion/kritische Beurteilung verwendeter mathematischer Modelle, z. B. Formeln <u>Mathematische Darstellungen verwenden (K4)</u> • Entwicklung eigener Darstellungen • Beurteilung verschiedener Darstellungsformen

- Lesen unvertrauter Darstellungen und Beurteilung ihrer Aussagekraft

Mit symbolischen, formalen und technischen Elementen umgehen (K5)

- Bewertung von Lösungs-/Kontrollverfahren hinsichtlich ihrer Effizienz
- Reflexion von Möglichkeiten/Grenzen mathematischer Werkzeuge

Kommunizieren (K6)

- Erfassen komplexer mathematischer Texte
- Bewertung von Äußerungen anderer zu mathematischen Inhalten

Anmerkung: Ergänzend zu den Indikatoren steht den KodiererInnen folgendes Dokument zur Verfügung: Rothhardt (2015). Unterrichts Hilfsunterlagen. Zugriff unter <http://www.roro-seiten.de>.

Quelle: in Anlehnung an Bloom (1972), Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
------	----------	-------------

0

Haustiere

Aus einer Zeitungsmeldung vom 29. April 2005:

Immer mehr Haustiere in Deutschland

Die Deutschen halten immer mehr Haustiere. Von 2004 bis 2005 hat die Zahl der Hunde, Katzen, Vögel und Kleintiere (ohne Zierfische und Terrarientiere) um 1,3 Prozent auf 23,1 Millionen zugenommen. Die Hundepopulation stieg um sechs Prozent auf 5,3 Millionen Tiere, die Zahl der Katzen um 2,7 Prozent auf nunmehr 7,5 Millionen. Ein Minus wurde dagegen bei Vögeln konstatiert, hier sank die Zahl um 8,7 Prozent auf 4,2 Millionen. Die meisten Haustiere haben der Statistik zufolge die 40- bis 49-Jährigen, sie stellen 25 Prozent der Tierbesitzer. Immerhin 24 Prozent und damit Fast-Spitzenreiter sind die Senioren im Alter über 60 Jahren. *AFP*

a) Wie viele Vögel und wie viele Hunde gab es im Jahr 2004 als Haustiere in Deutschland?

Quelle: Blum et al. (2010). *Bildungsstandards Mathematik: konkret. Sekundarstufe I: Aufgabenbeispiele, Unterrichts Anregungen, Fortbildungsideen*. Cornelsen, S. 49.

1

K3

Tanken

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



Quelle: Blum et al. (2010). *Bildungsstandards Mathematik: konkret. Sekundarstufe I: Aufgabenbeispiele, Unterrichts Anregungen, Fortbildungsideen*. Cornelsen, S. 42.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Transfer	3718	99.4	24	0.6

N = 3742

4.3.1.2 Physik

a. Reproduktion

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Reproduktion nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>keine</u> Reproduktion.
1	Reproduktion vorhanden	Reproduktion zeichnet sich anhand folgender Kompetenzen aus (mind. 1 zutreffender Indikator): <u>Fachwissen</u> - Reproduktion von Fakten/einfachen physikalischen Sachverhalten <u>Erkenntnisgewinnung</u> - Beschreibung/Nachvollziehen physikalischer (experimenteller) Arbeitsweisen <u>Kommunikation</u> - Darstellung einfacher Sachverhalte in Wort/Schrift/anderer Form unter Anleitung - Stellung sachbezogener Fragen <u>Bewertung</u> - Benennung von Auswirkungen physikalischer Erkenntnisse - Erläuterung einfacher, auch technischer Kontexte aus physikalischer Sicht

Quelle: in Anlehnung an Bloom (1972), Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	Begründe, warum die Vorgänge irreversibel sind. a) Eine Tasse heißen Kaffees kühlt sich ab. b) Ein Stein fällt auf den Boden. Quelle: Alboteanu-Schirner et al. (2017). Universum Physik - Ausgabe A - Band 2 Gymnasium. Cornelsen, S. 261.	Die geforderte Begründung geht über die Reproduktion von physikalischen Sachverhalten hinaus.
1	Erläutere, wo uns im alltäglichen Leben das Wissen über Windkraft in Bezug auf Energiegewinnung Nutzen bringen kann. Quelle: Eigenentwicklung.	Benennung von Auswirkungen physikalischer Erkenntnisse.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	n	%	n	%
Reproduktion	516	63.4	298	36.6

N = 814

b. Anwendung

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Anwendung nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>keine</u> Anwendung.
1	Anwendung vorhanden	Anwendung zeichnet sich anhand folgender Kompetenzen aus (mind. 1 zutreffender Indikator): <u>Fachwissen</u> - Anwendung physikalischen Wissens in einem einfachen Kontext - Identifikation/Nutzung einfacher Sachverhalte - Benennung von Analogien

Erkenntnisgewinnung

- Nutzung von Strategien zur Lösung der Aufgabe
- Planung/Durchführung von einfachen Experimenten
- Erschließung von Wissen nach Anleitung

Kommunikation

- Fachsprachliche/strukturierte Darstellung von Sachverhalten
- Sachgerechtes Eingehen auf Beiträge anderer
- Sachliche Begründung von Aussagen

Bewertung

- Beurteilung/Kommentierung von vorgegebenen physikalischen Bewertungen

Quelle: in Anlehnung an Bloom (1972), Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	Ein Rennwagen fährt während einer Runde unterschiedlich schnell (s. Abbildung 7) a) Lies aus dem Diagramm ab: Bei welcher km-Marke wurde die geringste und höchste Geschwindigkeit gefahren? Wo war die Geschwindigkeit konstant? Quelle: Muckenfuß & Nordmeier (2013b). Natur und Technik – Physik: Differenzierende Ausgabe. Realschule Nordrhein-Westfalen · 9./10. Schuljahr. Schülerbuch mit Online-Angebot. Cornelsen, S. 325	Hier ist das Ablesen von Werten gefordert, die nicht de Indikator von Kommunikation im Rahmen der Reproduktion entspricht: Darstellung einfacher Sachverhalte in Wort/Schrift/anderer Form unter Anleitung.
1	3 Plane mit deinen Mitschülern ein Rollenspiel, in welchem die wichtigsten Regeln im Umgang mit dem elektrischen Strom aufgegriffen werden. Quelle: Pietrzyk et al. (2008). Einblicke Physik/Chemie 7-9. Ausgabe Rheinland-Pfalz ab 2008. Schulbuch Klasse 7-9. Ernst Klett, S. 130.	• Anwendung physikalischen Wissens in einem einfachen Kontext (K1) • Fachsprachliche/strukturierte Darstellung von Sachverhalten (K3)

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Anwendung	338	41.5	476	58.5

N = 814

c. Transfer

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Transfer nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>keinen</u> Transfer.
1	Transfer vorhanden	Transfer zeichnet sich anhand folgender Kompetenzen aus (mind. 1 zutreffender Indikator): <u>Fachwissen</u> - Anwendung des Wissens auf unbekannte Kontexte - Auswählen geeigneter Sachverhalte <u>Erkenntnisgewinnung</u> - Zielgerichtetes Auswählen/Einsetzen unterschiedlicher Fachmethoden, z. B. Experimentieren, Mathematisieren - Selbstständiges Erwerben von Wissen <u>Kommunikation</u> - Sach-/adressatengerechtes Auswählen/Anwenden/Reflektieren von Darstellungsformen - Diskutieren von physikalischen Themen <u>Bewertung</u> - Beurteilen der Bedeutung physikalischer Erkenntnisse - Nutzen physikalischer Erkenntnisse als Basis für die Bewertung eines Sachverhalts - Einordnung von Phänomenen in einem physikalischen Kontext

Quelle: in Anlehnung an Bloom (1972), Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1	8 Welche Gefahren bestehen bei den Kernkraftwerken in Deutschland? Wie sicher sind sie deiner Meinung nach? Begründe deine Antwort. Quelle: Muckenfuß & Nordmeier (2013a). Natur und Technik – Physik: Differenzierende Ausgabe. Sekundarschule/Gesamtschule – Nordrhein-Westfalen · Band 3. Schülerbuch mit Online-Angebot. Cornelsen, S. 397.	Kommunikation

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	n	%	n	%
Transfer	775	95.2	39	4.8

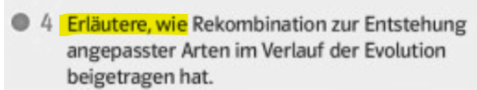
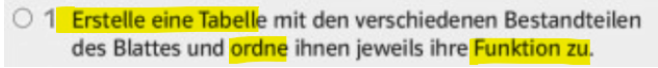
N = 814

4.3.1.3 Biologie

a. Reproduktion

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Reproduktion nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>keine</u> Reproduktion.
1	Reproduktion vorhanden	Reproduktion zeichnet sich anhand folgender Kompetenzen aus (mind. 1 zutreffender Indikator): <u>Fachwissen</u> • Kennen von Basiskonzepten/Beschreibung mit bekannten Beispielen • Wiedergabe von Kenntnissen/Verknüpfung dieser mit Konzepten <u>Erkenntnisgewinnung</u> • Durchführung von Versuchen nach Anleitung • Protokollierung von Versuchen • Anwendung sachgerechter Arbeitstechniken • Kennen/Verwenden von Untersuchungsmethoden/Modellen • Beschreibung kriterienbezogener Vergleiche • Nutzung/praktische Erstellung von Modellen <u>Kommunikation</u> • Kommunikation eigener Kenntnisse/Arbeitsergebnisse • Nutzung von Fachsprache • Entnahme/Verarbeitung/Kommunikation von Informationen aus leicht erschließbaren Texten/Schemata/anderen Darstellungsformen <u>Bewertung</u> • Wiedergabe biologischer Sachverhalte in einem bekanntem Bewertungskontext • Nachvollziehen von Bewertungen • Erkennen/Beschreibung bekannter/neuer Bewertungskriterien zu Gesundheit/ Menschenwürde/intakte Umwelt/Nachhaltigkeit

Quelle: in Anlehnung an Bloom (1972), Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	 Quelle: Bickel et al. (2020). Natura 7-10 Ausgabe Nordrhein-Westfalen ab 2019 Schülerbuch Klassen 7-10 (G9). Klett.	
1	 Quelle: Bickel et al. (2020). Natura 7-10 Ausgabe Nordrhein-Westfalen ab 2019 Schülerbuch Klassen 7-10 (G9). Klett, S. 25.	Fachwissen & Kommunikation

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	n	%	n	%
Reproduktion	203	57.3	151	42.7

N = 354

b. Anwendung

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Anwendung nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>keine</u> Anwendung.
1	Anwendung vorhanden	Anwendung zeichnet sich anhand folgender Kompetenzen aus (mind. 1 zutreffender Indikator): <u>Fachwissen</u> • Verwendung biologischen Wissens in einfachen Kontexten • Konzeptbezogene Beschreibung/Erklärung neuer Sachverhalte • Erklärung biologischer Sachverhalte auf verschiedenen Systemebenen • Erläuterung bekannter biologischer Phänomene mit Basiskonzepten/Fakten/Prinzipien <u>Erkenntnisgewinnung</u> • Stellen biologischer Fachfragen/Formulierung von Hypothesen • Planung/Durchführung/Deutung von Experimenten • Auswertung von Beobachtungen/Daten • Anwendung biologiespezifischer Arbeitstechniken in neuem Zusammenhang • Kriterienbezogene Analyse von Unterschieden/Gemeinsamkeiten • Erklärung von Sachverhalten <u>Kommunikation</u> • Wechsel der Darstellungsformen • Benutzung von Fachsprache in neuen Kontexten • Übersetzung von Fachsprache in Alltagssprache und umgekehrt • Unterscheidung von Alltagsvorstellungen/biologischen Sachverhalten <u>Bewertung</u> • Erläuterung biologischer Sachverhalte in neuen Bewertungskontext • Erkennen/Beschreibung von Entscheidungen bezüglich Mensch oder Natur in einem neuen Bewertungskontext

Quelle: in Anlehnung an Bloom (1972), Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	Nach dem Essen gelangt ein Apfelstück in deinen Körper. Beschreibe den Weg des Apfelstücks durch den Verdauungstrakt und erkläre, was dabei mit den Nährstoffen geschieht.	
1	Quelle: Eigenentwicklung. Größe der Miesmuschel 4-8 mm 12-16 mm 20-24 mm Anzahl der pro Krabbe gefressenen Muscheln Größe der Küstenkrabbe klein mittel groß 3 Fressverhalten der asiatischen Küstenkrabbe Sprachtipp Verwende die Begriffe „Variabilität“, „Selektion“ und „biologische Fitness“. AUFGABE >> 1 Beschreibe Abb. 3 und erläutere anhand der Daten den Vorgang der Evolution bei den Miesmuscheln. SP	Erkenntnisgewinnung

Quelle: Bickel et al. (2020). Natura 7-10 Ausgabe Nordrhein-Westfalen ab 2019 Schülerbuch | Klassen 7-10 (G9). Klett, S. 142.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

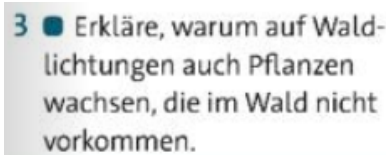
Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Anwendung	205	57.9	149	42.1

N = 354

c. Transfer

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Transfer nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>keinen</u> Transfer.
1	Transfer vorhanden	Transfer zeichnet sich anhand folgender Kompetenzen aus (mind. 1 zutreffender Indikator): <u>Fachwissen</u> • Neue Verwendung biologischen Wissen in komplexeren Kontexten • Erklärung neuer Sachverhalte aus verschiedenen biologischen/naturwissenschaftlichen Perspektiven • Eigenständiger Wechsel der Systemebene für Erklärungen <u>Erkenntnisgewinnung</u> • Finden/Formulierung eigenständiger biologischer Fragen/Hypothesen, z. B. mit Modell/auswerten/interpretieren • Anordnung von Organismen anhand selbst gewählter Kriterien • Zielgerichtete Auswahl/Variation von Arbeitstechniken • Kritische Prüfung von Modellen, z. B. auf Aussagekraft <u>Kommunikation</u> • Nutzung verschiedener Informationsquellen bei Bearbeitung neuer Sachverhalte • Zielführend Nutzung • Eigenständiges sach-/adressatengerechtes Argumentieren/Debattieren • Begründen von Lösungsvorschlägen <u>Bewertung</u> • Erklärung biologischer Sachverhalte in einem neuem Bewertungskontext • Einnehmen von Fremdperspektiven/Verständnisentwicklung für andersartige Entscheidungen • Eigenständige Stellungnahme, z. B. in Bezug auf gesellschaftlicher Verhandelbarkeit von Werten • In Beziehung setzen von Sachverhalten mit Werten zu Gesundheit/Menschenwürde/intakte Umwelt/Nachhaltigkeit

Quelle: in Anlehnung an Bloom (1972), Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		Fragestellung muss aus mehreren Perspektiven betrachtet werden, jedoch wird das biologische Wissen lediglich auf einen einfachen neuen Kontext übertragen.

Quelle: Günthner et al. (2014). PRISMA Biologie 2. Differenzierende Ausgabe Nordrhein-Westfalen ab 2012. Schülerbuch mit Schüler-CD-ROM | Klasse 7-10. Ernst Klett, S. 28.

1

Mithilfe der Präimplantationsdiagnostik, kurz PID, wird das Erbgut von im Reagenzglas gezeugten Embryonen untersucht, bevor diese in die Gebärmutter eingepflanzt werden. Dadurch können unter anderem schwere genetisch bedingte Krankheiten und Chromosomenanomalien schon vor dem Einpflanzen erkannt und ausgeschlossen werden. Die PID kann jedoch auch Informationen über das Geschlecht oder über bestimmte Merkmale liefern. Daher ist die PID stark umstritten, denn sie berührt die Frage nach dem Wert von Leben. Gegner befürchten, dass durch die PID Möglichkeiten geschaffen werden, Kinder nach ihrem Erbgut auszuwählen. In Deutschland ist die PID deshalb gesetzlich nur in genau festgelegten Fällen erlaubt.

Diskutiert in eurer Klasse inwiefern die gesetzlichen Einschränkungen der PID in Deutschland gelockert oder sie gar gänzlich verboten werden sollte!

Eigenständig sach- und adressatengerecht argumentieren und debattieren sowie Lösungsvorschläge begründen.

Quelle: Bussen et al. (2021). Biosphäre Sekundarstufe I. Gymnasium Berlin/Brandenburg · 9./10. Schuljahr. Schülerbuch. Cornelsen, S. 144.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Transfer	301	85.0	53	15.0

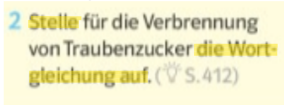
N = 354

4.3.1.4 Chemie

a. Reproduktion

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Reproduktion nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>keine</u> Reproduktion.
1	Reproduktion vorhanden	Reproduktion zeichnet sich anhand folgender Kompetenzen aus (mind. 1 zutreffender Indikator): <u>Fachwissen</u> • Zielgerichtete Wiedergabe von Kenntnissen/Konzepten <u>Erkenntnisgewinnung</u> • Beschreibung bekannter Untersuchungsmethoden/Modelle • Durchführung von Untersuchungen nach Anleitung <u>Kommunikation</u> • Erfassung/Wiedergabe bekannter Informationen in fachlich relevanten Darstellungsformen <u>Bewertung</u> • Erkennen/Wiedergabe vorgegebener Argumente zur Bewertung eines chemischen Sachverhaltes

Quelle: in Anlehnung an Bloom (1972), Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	 Quelle: Bee et al. (2018). Elemente Chemie 8-10 Ausgabe Baden-Württemberg ab 2017 Schülerbuch Klassen 8-10. Ernst Klett, S. 20.	Keine Reproduktion, da kein erlerntes Wissen abgefragt wird.
1	 Quelle: Bose et al. (2020). PRISMA Chemie Differenzierende Ausgabe A ab 2020 Schülerbuch Klasse 7-10. Ernst Klett, S. 287.	Fachwissen & Kommunikation

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Reproduktion	416	47.3	464	52.7

N = 880

b. Anwendung

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Anwendung nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>keine</u> Anwendung.
1	Anwendung vorhanden	Anwendung zeichnet sich anhand folgender Kompetenzen aus (mind. 1 zutreffender Indikator): <u>Fachwissen</u> - Auswählen/Anwendung von Kenntnissen/Konzepten <u>Erkenntnisgewinnung</u> - Auswählen/Anwendung geeigneter Untersuchungsmethoden/Modelle zur Bearbeitung überschaubarer Sachverhalte <u>Kommunikation</u> - Erfassung von Informationen, die situations-/adressatengerecht in geeigneten Darstellungsformen veranschaulicht werden <u>Bewertung</u> - Auswählen/Nutzen geeigneter Argumente zur Bewertung eines chemischen Sachverhaltes

Quelle: in Anlehnung an Bloom (1972), Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1	Skizzieren Sie einen Versuchsaufbau für ein Schülerexperiment zur Kupfergewinnung aus einem der beiden Erze Kupferkies oder Malachit. Quelle: KMK (2004d). Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss, S. 24.	

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Anwendung	502	57.0	378	43.0

N = 880

c. Transfer

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Transfer nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>keinen</u> Transfer.
1	Transfer vorhanden	Transfer zeichnet sich anhand folgender Kompetenzen aus (mind. 1 zutreffender Indikator): <u>Fachwissen</u> - Planmäßige/konstruktive Bearbeitung komplexer Fragestellungen auf der Grundlage von Kenntnissen/Konzepten <u>Erkenntnisgewinnung</u> - Begründetes Auswählen/Anpassung geeigneter Untersuchungsmethoden/ Modelle zur Bearbeitung komplexer Sachverhalte <u>Kommunikation</u> - Auswertung von Informationen und Reflexion, die für eigene Argumentationen genutzt werden <u>Bewertung</u> - Abwägen von Argumenten zur Bewertung eines chemischen Sachverhaltes aus verschiedenen Perspektiven - Reflexion von Entscheidungsprozessen

Quelle: in Anlehnung an Bloom (1972), Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	Wählen Sie ein geeignetes Nachweismittel für das bei der Entkalkung entstehende Gas aus und erklären Sie den Reaktionsablauf dieses Nachweises. Quelle: KMK (2004d). Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss, S. 17.	
1	Entwerfen Sie einen Untersuchungsplan, mit dem Ziel, die Reaktionsprodukte des brennenden Gasgemisches aufzufangen und nachzuweisen. Quelle: KMK (2004d). Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss, S. 21.	Erkenntnisgewinnung

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Transfer	844	95.9	36	4.1

N = 880

4.3.2 Aufgabenklasse (fachspezifisch Mathematik)

4.3.2.1 Technisch

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Keine technische Aufgabe	Die Aufgabenstellung erfordert <u>kein</u> technisches Wissen.
1	Technische Aufgabe	Eine technische Aufgabe erfordert keine eigene Rechenleistung und zeichnet sich anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Durchführen geometrischer Grundkonstruktionen • Verwenden von Hilfsmitteln wie Formelsammlung oder Taschenrechner

Anmerkung: Eine technische Aufgabe ist i.d. R. eine Reproduktionsaufgabe. Umkehrschluss jedoch nicht möglich (=> eine Reproduktionsaufgabe ist nicht gleichzeitig eine technische Aufgabe)

Quelle: Jordan et al. (2006).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	Berechne: $13 - 18 : 2 =$ <i>Quelle:</i> KMK (2004a). Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss: Beschluss vom 4.12.2003, S. 45.	Wenn diese Aufgabe händisch, d.h. ohne Taschenrechner berechnet werden soll, handelt es sich um eine rechnerische Aufgabe.
1	8. Berechne mit einem Taschenrechner. Runde auf Tausendstel. a) $7^3 : 7^{0,5}$ b) $5^{\frac{1}{4}} \cdot 7^{0,25}$ c) $121^{0,2} : \left(11^{\frac{1}{10}}\right)^2$ d) $13^2 \cdot 13^{-\frac{3}{4}}$ <i>Quelle:</i> Pallack (2016). Fundamente der Mathematik - Sachsen-Anhalt - Gymnasium - Klasse 9. Cornelsen.	

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Technisch	3559	95.1	183	4.9

N = 3742

4.3.2.2 Rechnerisch

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Keine rechnerische Aufgabe	Die Aufgabenstellung ist <u>keine</u> rechnerische Aufgabe.
1	Rechnerische Aufgabe	Eine rechnerische Aufgabenstellung zeichnet sich anhand folgender Merkmale aus: • Lösen von mathematischen Problemen • Anwenden von arithmetischen Verfahren

Anmerkung: Der Problembegriff im Fach Mathematik definiert sich dadurch, dass innerhalb bekannter Rahmenbedingungen die Lösungsstruktur einer Aufgabe nicht ersichtlich ist und strategisch entwickelt werden muss.

Quelle: Jordan et al. (2006), Blum (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1	6 Die Graphen sind verschobene Normalparabeln. Berechne die Nullstellen. a) b)	
Quelle: Janssen et al. (2014). Lambacher Schweizer Mathematik 9, Mathematik für Gymnasien, Ausgabe Sachsen ab 2010. Ernst Klett, S. 97.		

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Rechnerisch	1061	28.4	2681	71.6

N = 3742

4.3.2.3 Begrifflich

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Keine begriffliche Aufgabe	Die Aufgabenstellung ist <u>keine</u> begriffliche Aufgabe.
1	Begriffliche Aufgabe	Eine begriffliche Aufgabenstellung zeichnet sich anhand folgender Merkmale aus: • Wissen über mathematische Konzepte/ Beziehungen • keine Ausführungen/Berechnungen notwendig

Quelle: Jordan et al. (2006).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1	7 a) Erkläre ohne zu rechnen, warum die Gleichung $x^2 + 10 = 0$ keine Lösung hat. b) Warum hat die Gleichung $x^2 + 10 = 10$ nur eine Lösung?	
Quelle: Janssen et al. (2014). Lambacher Schweizer Mathematik 9, Mathematik für Gymnasien, Ausgabe Sachsen ab 2010. Ernst Klett, S. 97.		

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Begrifflich	2691	71.9	1051	17.9

N = 3742

4.3.3 Syntaktisch sprachliche Komplexität

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Syntaktisch sprachliche Komplexität nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung ist syntaktisch <u>nicht</u> komplex.
1	Syntaktisch sprachliche Komplexität vorhanden	Syntaktische Komplexität zeichnet sich anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): - Aufgabenstellung besteht aus Haupt- und mind. einem Nebensatz - Aufgabenstellung enthält logische Funktionen (Verneinungen, Wenn-dann-Verknüpfungen)

Quelle: in Anlehnung an Jordan et al. (2006).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	4 Vervielfache beide Gleichungen geschickt und löse das Gleichungssystem. a) $5x + 2y = 16$ b) $5x + 4y = 29$ $8x - 3y = 7$ $-2x + 15y = 5$ c) $4x + 3y = 23$ d) $3y - 10x = 22$ $5y - 6x = 13$ $15x - 4y = -31$ Quelle: Maroska et al. (2017). Schnittpunkt Mathematik 9, differenzierende Ausgabe Nordrhein-Westfalen ab 2013. Ernst Klett, S. 20.	Die Aufgabe umfasst zwei Hauptsätze, aber keinen Nebensatz, deshalb syntaktisch nicht komplex.
1	11 Nadine und Uli stehen mit ihren Spielsteinen kurz vor dem Ziel. Sie dürfen nur entlang der Wege ziehen, die nicht durch eine andere Figur verstellt sind. Mit der gewürfelten Augenzahl muss das Ziel genau erreicht werden. Quelle: Maroska et al. (2017). Schnittpunkt Mathematik 9, differenzierende Ausgabe Nordrhein-Westfalen ab 2013. Ernst Klett, S. 33.	Aufgabenstellung enthält Verneinung.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Syntaktisch sprachliche Komplexität	3829	65.2	2048	34.8

N = 5877

4.4 Didaktische Aufgabenmerkmale

4.4.1 Materialbezug

4.4.1.1 Materialgebundenheit

Mischformen der genannten Aufgabentypen (4.4.1.1 materialgebunden und 4.4.1.2 experimentell) kommen in der Regel nicht vor.

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Materialgebundene Aufgabe nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung nimmt <u>keinen</u> Bezug auf vorliegende Materialien. Unter den Begriff Material fallen nicht: • Visualisierungen, die nur zur Veranschaulichung des zu bearbeitenden Sachverhaltes dienen (die Aufgabe wäre auch ohne diese zu bearbeiten) • Texte, die lediglich eine Einführung in die zu bearbeitenden Sachverhalte liefern
1	Materialgebundene Aufgabe vorhanden	Materialgebundene Aufgabenstellungen zeichnen sich durch folgende Materialien aus, die zum Lösen der Aufgabenstellung notwendig sind (mind. 1 zutreffender Indikator): • Fachspezifisches Material, z. B. Abbildungen/Filme/Texte/Tabellen/Zitate, die zum problemorientierten Arbeiten auffordern/Simulationen/spezielle Software • Lösungsrelevante Informationen aus Texten • Vom Lernenden selbstständig ermittelte Ergebnisse aus vorheriger Teilaufgabe

Quelle: Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	Chip-Pagode Die Entwicklung der Computertechnik geht mit Riesenschritten voran. 1965 hat der Intel-Mitbegründer Gordon Moore die folgende Gesetzmäßigkeit formuliert: Alle zwei Jahre verdoppelt sich die Anzahl der Transistoren auf einem Chip, d. h. für die gleiche Anzahl von Transistoren wird nur die halbe Fläche benötigt. Dieses Gesetz hat sich in den letzten 40 Jahren weitgehend bestätigt: Alle zwei Jahre halbiert sich die benötigte Fläche. Dieser Sachverhalt wird von dem abgebildeten Kunstwerk dargestellt. Die unterste Stufe in der Chip-Pagode steht für das Jahr 1965 und hat eine Grundfläche von 270 cm mal 270 cm. (Hinweis: Der Begriff Pagode stammt aus dem ostasiatischen Raum und bezeichnet einen turmartigen Tempelbau. Im Photo sind die untersten Stufen der Pagode nicht zu sehen.)  Die Chip-Pagode steht im Heinz Nixdorf Museums-Forum (HNF) in Paderborn. a) Bestimme die Flächeninhalte der Grundflächen der untersten Stufe (für 1965) und der folgenden Stufe (für 1967).	Visualisierung, die nur zur Veranschaulichung der Aufgabe dient – Aufgabe wäre auch ohne Visualisierung zu bearbeiten!

Quelle: Blum et al. (2010). *Bildungsstandards Mathematik: konkret. Sekundarstufe I: Aufgabenbeispiele, Unterrichtsanregungen, Fortbildungsideen*. Cornelsen, S. 219.

1

Linkshänder schon im Mutterleib

Entscheidung fällt früher als angenommen

London • Ob jemand Rechts- oder Linkshänder wird, lässt sich bereits in der Schwangerschaft absehen: Die Hand, an dessen Daumen das Ungebo- rene schon im Bauch der Mut- ter lieber nuckelt, wird in den meisten Fällen im ganzen Le- ben die bevorzugte bleiben.

Das legen Untersuchungen britischer Psychologen nahe, über die das Wissenschafts- magazin „New Scientist“ be- richtet. Diese Erkenntnis ist sehr überraschend. Die gängi- gen Theorien gehen davon aus, dass sich Rechts- oder Linkshändigkeit erst im Alter von drei bis vier Jahren etab- liert. Peter Hepper von der Queen's-Universität in Belfast und seine Kollegen analysier- ten Ultraschallbilder von mehr als 1000 Föten. Neun

von zehn Ungeborenen bevor- zugen in der 15. Schwanger- schaftswoche ihren rechten Daumen zum Lutschen, beob- achteten die Forscher. Das Le- ben von 75 dieser Kinder ver- folgten sie nach der Geburt weiter. Dabei fanden sie he- raus, dass alle Kinder, die rechts genuckelt hatten, im Alter von 10 bis 12 Jahren Rechtshänder waren. Zwei Drittel der Kinder, die im Mut- terleib den linken Daumen be- vorzugt hatten, waren Links- händer.

Die Ergebnisse von Hepper und seinen Kollegen stellt die gängige Theorie über die Ent- wicklung der Händigkeit in Frage. Diese geht davon aus, dass die Bevorzugung einer Seite ein Nebeneffekt der Ge- hirnentwicklung ist. • ddp

Linkshänder

- a) Stelle die Daten aus dem Zeitungsartikel in einem Baumdiagramm dar. Wie viel Prozent der Kinder sind Linkshänder geworden, wie viel Prozent Rechtshänder?

Quelle: Blum et al. (2010). *Bildungsstandards Mathematik: konkret. Sekundar- stufe I: Aufgabenbeispiele, Unterrichtsanregungen, Fortbildungsideen*. Cornel- sen, S. 221.

Zeitungsartikel Zusatz zu dem Aufgabentext. Zur Bearbeitung notwendig.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Materialgebundene_Aufgabe	3927	66.8	1950	33.2

N = 5877

4.4.1.2 Experimentelle Aufgabe

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Experimentelle Auf- gabe nicht vorhanden	Bei der Aufgabenstellung handelt es sich um <u>keine</u> experimentelle Aufgabe.
1	Experimentelle Aufgabe vorhanden	Experimentelle Aufgabenstellungen zeichnen sich anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): • Beschreibung/Auswertung vorgeführter Experimente • Beschreibung/Auswertung selbst durchgeführter Experimente

Quelle: Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1		

A2 ☛ Beschreibe einen Versuch, mit dem du einen eingedrückten Tischtennisball wieder „ausbeulen“ kannst! Führe den Ver- such zu Hause durch.

Quelle: Eberhard et al. (2018). *Impulse Physik 9/10*. Ausgabe Baden-Württemberg ab 2017. Schulbuch. Ernst Klett, S. 57.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Experimentelle_Aufgabe	5774	98.2	103	1.8

N = 5877

4.4.2 Selbsteinschätzung der eigenen Kompetenz

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Selbsteinschätzung der eigenen Kompetenz nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>keine</u> Selbsteinschätzung der eigenen Kompetenz.
1	Selbsteinschätzung der eigenen Kompetenz vorhanden	Selbsteinschätzung der eigenen Kompetenz zeichnet sich anhand folgender Merkmale aus (mind. 1 zutreffender Indikator): - Die Aufgabenstellung fordert eine Beurteilung/Beschreibung der persönlichen kognitiven Leistung bzw. Fähigkeit als subjektive Kompetenzeinschätzung („Ich bin gut darin Ableitungsfunktionen zu bilden“) - Die Aufgabenstellung fordert eine Selbsteinschätzung mit affektiv-bewertender Komponente („Ich bin stolz darauf, dass ich gut in Sprachen bin“, „Diese Aufgabe hat mir Spaß gemacht“)

Quelle: wurde induktiv entwickelt.

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1	1. Die Prüfung war für mich: ☐ sehr einfach ☐ eher einfach ☐ mittel ☐ eher schwierig ☐ sehr schwierig 2. So habe ich mich vorbereitet: ☐ sehr gut ☐ gut ☐ einigermaßen ☐ schlecht ☐ überhaupt nicht	

Quelle: Eigenentwicklung.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Selbsteinschätzung_der_eigenen_Kompetenz	5840	99.4	37	0.6

N = 5877

4.4.3 Eingekleidete Aufgabe (fachspezifisch Mathematik)

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Eingekleidete Aufgabe nicht vorhanden	Bei dieser Aufgabenstellung handelt es sich <u>nicht</u> um eine eingekleidete Aufgabe.
1	Eingekleidete Aufgabe vorhanden	Eine eingekleidete Aufgabe zeichnet sich anhand folgender drei Merkmale aus: • Aufgabenstellung/Rechenoperationen ist eingekleidet im Text • Weist einen konstruktiven Realitätsbezug auf • Sachkontext ist beliebig austauschbar

Quelle: Radatz & Schipper (1983).

Code	Beispiel	Erläuterung
0		
1	5 a) Familie Müller und Familie Meier gehen ins Kino. Familie Müller kauft drei Karten für Kinder und zwei Karten für Erwachsene und zahlt dafür 35,80 €. Familie Meier kauft zwei Karten für Kinder und drei Karten für Erwachsene und zahlt 37,70 €. Berechne mithilfe eines Gleichungssystems den Preis einer Kinokarte für Kinder und Erwachsene. b) Die Summe zweier Zahlen ergibt 22. Die Summe aus dem Doppelten der ersten Zahl und dem Dreifachen der zweiten Zahl beträgt 56. Bestimme mithilfe eines Gleichungssystems die beiden Zahlen. Quelle: Baum, M. et al. (2013). Lambacher Schweizer Mathematik 9, Mathematik für Gymnasien, Ausgabe Thüringen ab 2009. Ernst Klett, S. 154.	Kontext ist austauschbar, statt Kinokarten wäre z. B. auch Einkaufen von Obst denkbar.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Eingekleidete_Aufgabe	3703	99.0	39	1.0

N = 3742

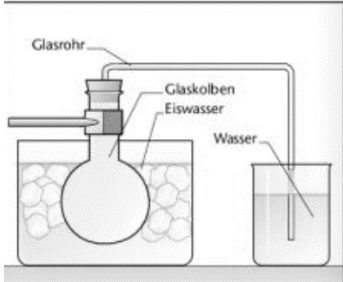
4.4.4 Phänomen (fachspezifisch Naturwissenschaften)

Code	Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung
0	Bearbeitung eines Phänomens nicht vorhanden	Die Aufgabenstellung erfordert <u>keine</u> Bearbeitung eines Phänomens.
1	Bearbeitung eines Phänomens vorhanden	Die Bearbeitung eines Phänomens zeichnet sich durch folgende zwei Merkmale aus: • Rein abstrakte Bearbeitung eines naturwissenschaftlichen Phänomens auf der Basis theoretischer Vorüberlegungen • Aufgabenstellung beinhaltet keine forschende Intention

Anmerkung:

- Phänomene bezeichnen mit den Sinnen wahrnehmbare Zustände/Vorgänge/Erscheinungen, die einmalig/selten/immer wieder in der Natur bzw. im Alltag auftreten, z. B. Laubfärbung im Herbst.
- Bei dieser Subkategorie handelt es sich nicht um ein Merkmal von kognitiver Aktivierung.

Quelle: Kühn (2010).

Code	Beispiel	Erläuterung
0	2 Was passiert, wenn der erwärmte Glaskolben (> B 4) in Eiswasser eingetaucht wird?  Quelle: Barmeier et al. (2006). PRISMA Physik 7-10. Ausgabe A ab 2006. Schulbuch Klasse 7-10. Ernst Klett, S. 78.	Die Aufgabenstellung beinhaltet eine forschende Intention.
1	<i>Satelliten stürzen trotz Schwerkraft nicht ab. Erkläre. Warum stürzen Satelliten trotz der Schwerkraft nicht zur Erde ab? Erkläre dies.</i> Quelle: Muckenfuß & Nordmeier (2013). Natur und Technik - Physik: Differenzierende Ausgabe. Sekundarschule/Gesamtschule - Nordrhein-Westfalen · Band 3. Schülerbuch mit Online-Angebot. Cornelsen, S. 345.	

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Phänomen	2086	97.7	49	2.3

N = 2135

5. Literaturverzeichnis

- Aebli, H. (2001). *Denken: das Ordnen des Tuns* (3. Aufl.). *Kognitive Aspekte der Handlungstheorie*: Bd. 1. Klett-Cotta.
- Alboreanu-Schirner, A., Brand, R., Buric, R., Burisch, C., Carmesin, H.-O., Emse, A., Kahle, J., Kasper, L., Kienle, R., Konrad, U., Lauterjung, D., Lauterjung, S., Mitschke, T., Pardall, C.-J., Rager, B., Rincke, K., Ronellenfisch, S., Rübberke, A., Trumme, T., Wienbruch, U., Witte, L. (2016). *Universium Physik. Gymnasium – Ausgabe A Band 1. Schülerbuch*. Cornelsen.
- Arndt, B., Dietrich, V., Eppele, T., Fleischer, H., Hein, A., Kreß, T., Rehm, H., Seitz, M., Stützel, C. C. (2017). *Fokus Chemie – Neubearbeitung. Gymnasium Baden-Württemberg · Gesamtband. Schülerbuch*. Cornelsen.
- Asselborn, W., Jäckel, M., Risch, K. T., Sieve, B. F. (2020). *Chemie heute SI - Aktuelle Ausgabe. Gesamtband*. Schroedel Westermann.
- Austenfeld, U., Bauer, S., Faehndrich, A., Feltes, J., Geistl, J., Hintzen, O., Krechel, S., Kretzschmar, E., Kuck, C., Kühl, R., Malcotti, A., Ohliger, S., Pätzelt, C., Röder, J., Roth, S., Sinterhauf, R., Stelzig, I., Stoll, M., Walz, F., Weickenmeier, R., Weiler, A., Wiedenmann, G. (2017). *Natur und Technik - Biologie Neubearbeitung. Baden-Württemberg · 7.-9. Schuljahr. Schülerbuch*. Cornelsen.
- Baeger, A. et al. (2019). *Mathematik Neue Wege SI - Ausgabe 2013 für Nordrhein-Westfalen, Hamburg und Bremen G8*. Schroedel.
- Barmeier, M., Boldt, J., Ciprina, H. J., Fröchtenicht, E., Heide, G., Hell, K., Leupold, J., Maiworm, M., Méndez, A., Peppmeier, R., Pietrzyk, U., Wallaschek, S., Willmer-Klumpp, C. (2006). *PRISMA Physik 7-10. Ausgabe A ab 2006. Schulbuch | Klasse 7-10*. Ernst Klett.
- Barmeier, M., Boldt, J., Ciprina, H. J., Heide, G., Hell, K., Maiworm, M., Méndez, A., Wallaschek, S. (2009). *PRISMA Physik 3. Ausgabe Niedersachsen ab 2008. Schulbuch mit CD-ROM | Klassen 9/10*. Ernst Klett.
- Barmeier, M., Boldt, J., Ciprina, H. J., Heide, M., Hell, K., Herzig, G., Maiworm, J., Méndez, A., Wallaschek, S. (2012). *PRISMA Physik 2/3. Ausgabe Nordrhein-Westfalen ab 2010. Schulbuch mit 2 CD-ROMs | Klasse 7-10*. Ernst Klett.
- Baum, M. et al. (2008). *Lambacher Schweizer Mathematik 9, Mathematik für Gymnasien, Allgemeine Ausgabe ab 2006*. Ernst Klett.
- Baum, M. et al. (2013). *Lambacher Schweizer Mathematik 9, Mathematik für Gymnasien, Ausgabe Thüringen ab 2009*. Ernst Klett.
- Baum, M. et al. (2015). *Lambacher Schweizer Mathematik 9 - G9, Mathematik für Gymnasien - G9, Ausgabe Hessen ab 2013*. Ernst Klett.
- Baum, M. et al. (2020). *Lambacher Schweizer Mathematik 9 - G8, Mathematik für Gymnasien, Ausgabe Nordrhein-Westfalen ab 2016*. Ernst Klett.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M. & Tsai, Y.-M. (2010). Teachers' Mathematical Knowledge, Cognitive Activation in the Classroom, and Student Progress. *American Educational Research Journal*, 47(1), 133–180. <https://doi.org/10.3102/0002831209345157>
- Bee, U., Brückl, E., Gietz, P., Maier, H., Nelle, P., Penz, C., Schierle, W., Sternberg, M., Töhl-Borsdorf, J., Wiese, K., Zehentmeier, P. (2018). *Elemente Chemie 8-10 Ausgabe Baden-Württemberg ab 2017 Schülerbuch | Klassen 8-10*. Ernst Klett.
- Bickel, H., Lang, T., Riemer, U., Stiehm, M. (2020). *Natura 7-10. Ausgabe Nordrhein-Westfalen ab 2019. Schülerbuch | Klassen 7-10 (G9)*. Ernst Klett.
- Blömeke, S., Risse, J., Müller, C., Eichler, D. & Schulz, W. (2006). Analyse der Qualität von Aufgaben aus didaktischer und fachlicher Sicht: Ein allgemeines Modell und seine exemplarische Umsetzung im Unterrichtsfach Mathematik. *Unterrichtswissenschaft*, 34(4), 330–357.

- Bloom, B. S. (1972). *Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich*. Beltz.
- Blum, W. (2002). ICMI Study 14: Applications and modelling in mathematics education – Discussion document. *Educational Studies in Mathematics*, 51(1/2), 149–171. <https://doi.org/10.1023/A:1022435827400>.
- Blum, W., Drücke-Noe, C., Hartung, R. & Köller, O. (Hrsg.). (2006). *Bildungsstandards Mathematik: konkret: Sekundarstufe I: Aufgabenbeispiele, Unterrichtsanregungen, Fortbildungsideen; mit CD-ROM*. Cornelsen Scriptor.
- Blum, W., Drücke-Noe, C., Hartung, R. & Köller, O. (2010). *Bildungsstandards Mathematik: konkret. Sekundarstufe I: Aufgabenbeispiele, Unterrichtsanregungen, Fortbildungsideen*. Cornelsen.
- Bohl, T. & Kleinknecht, M. (2009). Aufgabenkultur. In S. Blömeke, T. Bohl, L. Haag, G. Lang-Wojtasik & W. Sacher (Hrsg.), *Handbuch Schule* (S. 331–334). Klinkhardt/UTB.
- Bohl, T., Kleinknecht, M., Maier, U. & Metz, K. (Hrsg.). (2013). *Lern- und Leistungsaufgaben im Unterricht: Fächerübergreifende Kriterien zur Auswahl und Analyse*. Klinkhardt.
- Böer, H., Kliemann, S., Puscher, R., Segelken, S., Schmidth, W., Trapp, M., Vernay, R. (2008). *mathe live 9E, Mathematik für Sekundarstufe I, Bundesausgabe ab 2006, Klasse 9 (E-Kurs)*. Ernst Klett.
- Böer, H. et al. (2018). *mathe live 9E, Mathematik für Sekundarstufe I, Ausgabe W ab 2014, Klasse 9 (E-Kurs)*. Ernst Klett.
- Bönsch, M., & Moegling, K. (Hrsg.). (2012). *Binnendifferenzierung. Teil 2: Unterrichtsbeispiele für den binnendifferenzierten Unterricht*. Barbara Budrich. <https://doi.org/10.2307/j.ctvddzjxq>
- Bose, E., Grimm, A., Jung, U., Knetsch, R. et al. (2020). *PRISMA Chemie differenzierende Ausgabe A*. Ernst Klett.
- Bredthauer, W., Bruns, K. G., Donat, M., Dorn, H.-J., Feldmann, C., Freytag, B., Grote, M., Gutjahr, U., Hacker, G., Hannibal, L., Höfer, T., Janzen, U., Jordan, W., Karsten, F., Kirschbaum, T., Kohl, R., Köhncke, H., Kuhaupt, H., Maier, J., ... Zimmerschied, F. (2011). *Impulse Physik Mittelstufe. Bundesausgabe ab 2012. Schulbuch mit CD-ROM | Klassen 7-10 (G8)*. Ernst Klett.
- Bussen, J., Haase, B., Kühl, K., Stein, A., Wiechmann, G. (2021). *Biosphäre Sekundarstufe I. Gymnasium Berlin/Brandenburg · 9./10. Schuljahr. Schülerbuch*. Cornelsen.
- Ciprina, H. J., Gora, H., Kugel, W., Maiworm, M., Stephan, T. (2018). *PRISMA Physik 9/10. Differenzierende Ausgabe BE, BB ab 2017. Schulbuch | Klasse 9/10*. Ernst Klett.
- Csikszentmihalyi, M. (2010). *Flow - der Weg zum Glück: Der Entdecker des Flow-Prinzips erklärt seine Lebensphilosophie*. Herder.
- Deci, E. L & Ryan, R. M (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39(2), 223-238. <https://doi.org/10.25656/01:11173>
- Deci, E. L & Ryan, R. M (2000). The “what” and “why” of goal pursuits: Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227–268. https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01
- Eberhard, D., Fechtig, O., Märkl, P., Riekert, M. (Hrsg.) (2018). *Impulse Physik 9/10. Ausgabe Baden-Württemberg ab 2017. Schulbuch*. Ernst Klett.
- Eccles, J. S. & Wigfield, A. (2002). Motivational beliefs, values, and goals. *Annual review of psychology*, 53, 109–132. <https://doi.org/10.1146/annurev.psych.53.100901.135153>
- Freytag, C. et al. (2007). *Fokus Mathematik - Jahrgangsstufe 9 - Gymnasium Bayern*. Cornelsen.
- Früh, W. (2004). Inhaltsanalyse. Theorie und Praxis. UVK.
- Furtak, E. M. & Kunter, M. (2012). Effects of autonomy-supportive teaching on student learning and motivation. *The Journal of Experimental Education*, 80(3), 284–316. <https://doi.org/10.1080/00220973.2011.573019>
- Gesellschaft für Informatik e. V. (GI), Arbeitskreis „Bildungsstandards“. (2008). *Grundsätze und Standards für die Informatik in der Schule: Bildungsstandards Informatik für die Sekundarstufe I*. Beilage zu LOG IN, 28(150/151). https://informatikstandards.de/fileadmin/GI/Projekte/Informatikstandards/Dokumente/bildungsstandards_2008.pdf

- Gietz, P., Nelle, P., Schumacher, E. (2020). *Elemente Chemie 7-10. Ausgabe Nordrhein-Westfalen ab 2019. Schulbuch | Klasse 7-10*. Ernst Klett.
- Grünkorn, J., Klieme, E., Praetorius, A.-K., & Schreyer, P. (Hrsg.). (2020). *Mathematikunterricht im internationalen Vergleich: Ergebnisse aus der TALIS-Videostudie Deutschland*. DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation.
- Günthner, N., Kremer, B. P., Landerer-Gerards, J., Rodach, P., Schäfer, B., Schillings, D., Schröder, R. (2014). *PRISMA Biologie 2. Differenzierende Ausgabe Nordrhein-Westfalen ab 2012. Schülerbuch mit Schüler-CD-ROM | Klasse 7-10*. Ernst Klett.
- Gwet, K. L. (2008). Computing inter-rater reliability and its variance in the presence of high agreement. *The British journal of mathematical and statistical psychology*, 61(Pt 1), 29–48. <https://doi.org/10.1348/000711006X126600>
- Habig, S., van Vorst, H. & Sumfleth, E. (2018). Merkmale kontextualisierter Lernaufgaben und ihre Wirkung auf das situationale Interesse und die Lernleistung von Schülerinnen und Schülern. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 24(1), 99–114. <https://doi.org/10.1007/s40573-018-0077-8>
- Heckhausen, J. & Heckhausen, H. (2018). *Motivation und Handeln*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-53927-9>
- Heinle, A, Schiepe-Tiska, A, Reinhold, F, Heine, J.-H & Holzberger, D (2022). Supporting student motivation in class: the motivational potential of tasks. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 25(2), 453–470. <https://doi.org/10.1007/s11618-022-01090-3>
- Heinle, A, Reinhold, F., Todtenhöfer, P., Holzberger, D & Schiepe-Tiska, A (in Vorbereitung). Generic and subject-specific dimensions of Cognitive Activation: Assessing the Potential of Cognitive Activation in STEM Tasks. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*.
- Herbert, B., & Schweig, J. (2021). Erfassung des Potenzials zur kognitiven Aktivierung über Unterrichtsmaterialien im Mathematikunterricht. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 24(4), 955–983. <https://doi.org/10.1007/s11618-021-01020-9>
- Hill, H. C. & Charalambous, C. Y. (2012). Teacher knowledge, curriculum materials, and quality of instruction: Lessons learned and open issues. *Journal of Curriculum Studies*, 44(4), 559–576. <https://doi.org/10.1080/00220272.2012.716978>
- Höffken, K., Krysmalski, M. (2016). *Focus Mathematik - Nordrhein-Westfalen - Ausgabe 2013, 9. Schuljahr*. Cornelsen
- Janssen, M. et al. (Hrsg.) (2014). *Lambacher Schweizer Mathematik 9, Mathematik für Gymnasien, Ausgabe Sachsen ab 2010*. Ernst Klett.
- Janssen, M. et al. (Hrsg.) (2017). *Lambacher Schweizer Mathematik 9 - G9, Mathematik für Gymnasien - G9, Ausgabe Niedersachsen ab 2015*. Ernst Klett.
- Jong, T. de & van Joolingen, W. R. (1998). Scientific Discovery Learning with Computer Simulations of Conceptual Domains. *Review of Educational Research*, 68(2), 179–201. <https://doi.org/10.3102/00346543068002179>
- Jordan, A., Ross, N., Krauss, S., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M., Löwen, K., Brunner, M. & Kunter, M. (2006). *Klassifikationsschema für Mathematikaufgaben: Dokumentation der Aufgabenkategorisierung im COACTIV-Projekt. Materialien aus der Bildungsforschung: Bd. 81*. Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- Jordan, A., Krauss, S., Löwen, K., Blum, W., Neubrand, M., Brunner, M., Kunter, M., & Baumert, J. (2008). Aufgaben im COACTIV-Projekt: Zeugnisse des kognitiven Aktivierungspotentials im deutschen Mathematikunterricht. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 29(2), 83–107. <https://doi.org/10.1007/BF03339055>
- Kassirra, R. & Rausch, H. (2016). Analyzing Motivation-Enhancing Features in Work Orders. In B. Deml, Stock Patricia, R. Bruder & C. S. Schlick (Hrsg.), *Advances in Ergonomic Design of Systems, Products and Processes: Proceedings of the Annual Meeting of GfA 2015* (S. 123–136). Springer Vieweg. https://doi.org/10.1007/978-3-662-48661-0_8

- Klieme, E. & Baumert, J. (Hrsg.). (2001). *TIMSS - Impulse für Schule und Unterricht*. BMBF.
- KMK. (2004a). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss: Beschluss vom 4.12.2003*. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2003/2003_12_04-Bildungsstandards-Mathe-Mittleren-SA.pdf
- KMK. (2004b). *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Physik-Mittleren-SA.pdf
- KMK. (2004c). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss*. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Biologie.pdf
- KMK. (2004d). *Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss*. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Chemie.pdf
- KMK. (2004e). *Einheitliche Prüfungsanforderungen in der Abiturprüfung Biologie*. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/1989/1989_12_01-EPA-Biologie.pdf
- KMK. (2010). Konzeption der Kultusministerkonferenz zur Nutzung der Bildungsstandards für die Unterrichtsentwicklung. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2010/2010_00_00-Konzeption-Bildungsstandards.pdf
- KMK. (2022a). *Bildungsstandards für das Fach Mathematik Primarbereich*. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2022/2022_06_23-Bista-Primarbereich-Mathe.pdf
- KMK. (2022b). *Bildungsstandards für das Fach Mathematik Erster Schulabschluss (ESA) und Mittlerer Schulabschluss (MSA)*. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2022/2022_06_23-Bista-ESA-MSA-Mathe.pdf
- KMK. (2024a). *Weiterentwickelte Bildungsstandards in den Naturwissenschaften für das Fach Physik (MSA)*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2024/2024_06_13-WeBiS_Physik_MSA.pdf
- KMK. (2024b). *Weiterentwickelte Bildungsstandards in den Naturwissenschaften für das Fach Biologie (MSA)*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2024/2024_06_13-WeBiS_Biologie_MSA.pdf
- KMK. (2024c). *Weiterentwickelte Bildungsstandards in den Naturwissenschaften für das Fach Chemie (MSA)*. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/veroeffentlichungen_beschluesse/2024/2024_06_13-WeBiS_Chemie_MSA.pdf
- Körner, H., Lergenmüller, Schmidt, G. (Hrsg.) (2017a). *Mathematik Neue Wege, SI - Ausgabe 2016 für das Saarland*. Schroedel .
- Körner, H., Lergenmüller, A., Schmidt, G., Zacharias, M. (Hrsg.) (2017b). *Mathematik neue Wege SI - Ausgabe 2015 für Niedersachsen G9*. Schroedel.
- Koullen, R. (Hrsg.). (2015). *Mathematik real 9 - Differenzierende Ausgabe - Nordrhein-Westfalen*. Cornelsen.
- Krapp, A. (2002). An educational-psychological theory of interest and its relation to SDT. In E. L. Deci & R. M. Ryan (Hrsg.), *Handbook of self-determination research* (S. 405–427). University of Rochester Press.
- Krapp, A & Ryan, R. M. (2002). Selbstwirksamkeit und Lernmotivation. Eine kritische Betrachtung der Theorie von Bandura aus der Sicht der Selbstbestimmungstheorie und der pädagogisch-psychologischen Interessentheorie. In M. Jerusalem & D. Hopf (Hrsg.), *Selbstwirksamkeit und Motivationsprozesse in Bildungsinstitutionen* (S. 54–82). Beltz. <https://doi.org/10.25656/01:3931>
- Kühn, S. M. (Hrsg.). (2010). *Steuerung und Innovation durch Abschlussprüfungen?* VS Verlag für Sozialwissenschaften. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-92418-2>
- Kultusministerium LSA. (2004). *Abituraufgaben Sachsen-Anhalt, Grundkurs 2004-2*. https://www.bildung-lsa.de/pool/zentrale_leistungserhebung/abitur/bio04gk13k.pdf

- Lazarides, R. & Schiepe-Tiska, A. (2022). Heterogenität motivationaler Merkmale im Unterrichtskontext. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 25, 249-267. <https://doi.org/10.1007/s11618-022-01082-3>
- Leuders, T., & Holzäpfel, L. (2011). Kognitive Aktivierung im Mathematikunterricht. *Unterrichtswissenschaft*, 39(3), 213–230.
- Leppig, M., Koullen, R., Wnnekers, U. (2015). *Lernstufen Mathematik 9, differenzierende Ausgabe, Nordrhein-Westfalen*. Cornelsen.
- Lipowsky, F., Rakoczy, K., Pauli, C., Drollinger-Vetter, B., Klieme, E. & Reusser, K. (2009). Quality of geometry instruction and its short-term impact on students' understanding of the Pythagorean Theorem. *Learning and Instruction*, 19(6), 527–537. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2008.11.001>
- Lotz, M. (2015). *Kognitive Aktivierung Im Leseunterricht der Grundschule: Eine Videostudie Zur Gestaltung und Qualität Von Leseübungen Im Ersten Schuljahr*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-10436-8>
- Mai, B. & Torgau, V. (2018). *Universum Physik 9./10. Schuljahr. Gymnasium Sachsen-Anhalt. Schülerbuch*. Cornelsen.
- Maier, U., Kleinknecht, M., Metz, K. & Bohl, T. (2010). Ein allgemeindidaktisches Kategoriensystem zur Analyse des kognitiven Potenzials von Aufgaben. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 28, 84-96. <https://doi.org/10.25656/01:13734>
- Maroska, R. et al. (2017). *Schnittpunkt Mathematik 9, differenzierende Ausgabe Nordrhein-Westfalen ab 2013*. Ernst Klett.
- Martínez, J. F., Borko, H., & Stecher, B. M. (2012). Measuring instructional practice in science using classroom artifacts: lessons learned from two validation studies. *Journal of Research in Science Teaching*, 49(1), 38–67. <https://doi.org/10.1002/tea.20447>
- Matsumura, L. C., Patthey-Chavez, G. G., Valdés, R., & Garnier, H. (2002). Teacher feedback, writing assignment quality, and third-grade students' revision in lower-and higher-achieving urban schools. *The Elementary School Journal*, 103(1), 3–25. <https://doi.org/10.1086/499713>
- Muckenfuß, H. & Nordmeier, V. (Hrsg.) (2013a). *Natur und Technik – Physik: Differenzierende Ausgabe. Sekundarschule/Gesamtschule – Nordrhein-Westfalen · Band 3. Schülerbuch mit Online-Angebot*. Cornelsen.
- Muckenfuß, H. & Nordmeier, V. (Hrsg.) (2013b). *Natur und Technik – Physik: Differenzierende Ausgabe. Realschule Nordrhein-Westfalen · 9./10. Schuljahr. Schülerbuch mit Online-Angebot*. Cornelsen.
- Müller, C. T. & Duit, R. (2004). Die unterrichtliche Sachstruktur als Indikator für Lernerfolg - Analyse von Sachstrukturdiagrammen und ihr Bezug zu Leistungsergebnissen im Physikunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 147-161, 750 K, URL: ftp://ftp.rz.uni-kiel.de/pub/ipn/zfdn/2004/7.Mueller_Duit_147-162.pdf
- Neubrand, J. (2002). *Eine Klassifikation mathematischer Aufgaben zur Analyse von Unterrichtssituationen: Selbsttätiges Arbeiten in Schülerarbeitsphasen in den Stunden der TIMSS-Video-Studie*. Franzbecker.
- Oberholz, H.-W., Philipp, W., Salm, W. (2013). *Dorn / Bader Physik in einem Band SI + SII. Allgemeine Ausgabe 2012*. Schroedel Westermann.
- OECD. (2016). *PISA 2015 Assessment and Analytical Framework: Science, Reading, Mathematic and Financial Literacy*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264255425-en>
- OECD. (2023). *PISA 2022 Assessment and Analytical Framework*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/dfe0bf9c-en>.
- Pallack, A. (Hrsg.). (2016). *Fundamente der Mathematik - Sachsen-Anhalt - Gymnasium - Klasse 9*. Cornelsen
- Pekrun, R. (2006). The Control-Value Theory of Achievement Emotions: Assumptions, Corollaries, and Implications for Educational Research and Practice. *Educational Psychology Review*, 18(4), 315–341. <https://doi.org/10.1007/s10648-006-9029-9>

- Piaget, J. (1996). *Das Erwachen der Intelligenz beim Kinde* (B. Seiler, Übers.) (4. Aufl.). Gesammelte Werke / Jean Piaget: Bd. 1. Klett-Cotta.
- Pietrzyk, U., Ritter, R., Theophel, E. (2008). *Einblicke Physik/Chemie 7-9. Ausgabe Rheinland-Pfalz ab 2008. Schulbuch | Klasse 7-9*. Ernst Klett.
- Praetorius, A.-K., Pauli, C., Reusser, K., Rakoczy, K. & Klieme, E. (2014). One lesson is all you need? Stability of instructional quality across lessons. *Learning and Instruction*, 31, 2–12. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.12.002>
- Praetorius, A.-K., Klieme, E., Herbert, B. & Pinger, P. (2018). Generic dimensions of teaching quality: the German framework of Three Basic Dimensions. *ZDM Mathematics Education*, 50(3), 407–426. <https://doi.org/10.1007/s11858-018-0918-4>
- Praetorius, A.-K. & Gräsel, C. (2021). Noch immer auf der Suche nach dem heiligen Gral: Wie generisch oder fachspezifisch sind Dimensionen der Unterrichtsqualität? *Unterrichtswissenschaft*, 49(2), 167–188. <https://doi.org/10.1007/s42010-021-00119-6>
- Prenzel, M. & Drechsel, B. (1996). Ein Jahr kaufmännische Erstausbildung: Veränderungen in Lernmotivation und Interesse. *Unterrichtswissenschaft*, 24(3), 217–234.
- Putwain, D. W., Wood, P., & Pekrun, R. (2018). Achievement emotions and exam performance: Reciprocal relations and the moderating role of motivation. *Journal of Educational Psychology*, 110(5), 726–740.
- Radatz, H. & Schipper, W. (1983). *Handbuch für den Mathematikunterricht an Grundschulen*. Schroedel.
- Rakoczy, K., Pinger, P., Hochweber, J., Klieme, E., Schütze, B., & Besser, M. (2019). Formative assessment in mathematics: mediated by feedback's perceived usefulness and students' self-efficacy. *Learning and Instruction*, 60, 154–165. <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2018.01.004>
- Reeve, J. (2002). Self-determination theory applied to educational settings. In E. L. Deci & R. M. Ryan (Hrsg.), *Handbook of self-determination research* (S. 183–203). University of Rochester Press.
- Reinhold, F., Diedrich, J., Strohmaier, A. & Reiss, K. (2023): Mathematikkompetenz in einer durch Digitalisierung geprägten Welt. Die Rahmenkonzeption in PISA 2022. In D. Lewalter, J. Diedrich, F. Goldhammer, O. Köller & K. Reiss (Hrsg.), *PISA 2022: Analyse der Bildungsergebnisse in Deutschland*. Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830998488>
- Reiss, K. & Hammer, C. (2021). *Grundlagen der Mathematikdidaktik: Eine Einführung für den Unterricht in der Sekundarstufe* (2. Auflage). Birkhäuser. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-65429-0>
- Renninger, K. A., & Hidi, S. (2011). Revisiting the conceptualization, measurement, and generation of interest. *Educational Psychologist*, 46(3), 168–184. <https://doi.org/10.1080/00461520.2011.587723>
- Reusser, K. (2014). Aufgaben—Träger von Lerngewohnheiten und Lernprozesse im kompetenzorientierten Unterricht. *Seminar / Bak Lehrerbildung*, 20(4), 77–101.
- Rheinberg, F. & Vollmeyer, R. (2018). *Motivation* (9. überarbeitete und erweiterte Auflage). Kohlhammer. <https://doi.org/10.17433/978-3-17-032955-3>
- Rothhardt, R. (2015). Unterrichts Hilfsunterlagen. Zugriff unter <http://www.roro-seiten.de>.
- Schiepe-Tiska, A., Heine, J.-H., Lüdtke, O., Seidel, T. & Prenzel, M. (2016). Mehrdimensionale Bildungsziele im Mathematikunterricht und ihr Zusammenhang mit den Basisdimensionen der Unterrichtsqualität. *Unterrichtswissenschaft* 44(3), 211–225.
- Schiepe-Tiska, A., Heinle, A., Dümig, P., Reinhold, F. & Reiss, K. (2021). Achieving multidimensional educational goals through standard-oriented teaching. An application to STEM education. *Frontiers in Education*, 6. <https://doi.org/10.3389/educ.2021.592165>
- Schiepe-Tiska, A., Heinle, A., Todtenhöfer, P., Heine, J.-H., Reinhold, F., Krauss, S., Holzberger, D., Lewalter, D. & Reiss, K. (2023). Wie sieht der aktuelle Mathematikunterricht in Deutschland aus? Befunde aus PISA 2022 und PISA-Ceco. In D. Lewalter, J. Diedrich, F. Goldhammer, O. Köller & K. Reiss (Hrsg.), *PISA 2022: Analyse der Bildungsergebnisse in Deutschland*. Waxmann.

- Schiepe-Tiska, A., Heinle, A., Todtenhöfer, P., Reinhold, F., Neumann, K. & Reiss, K. (in Vorbereitung, a). Lern- und Leistungsaufgaben im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht: Eine Analyse der Orientierung an Bildungsstandards und des motivationalen Potenzials im Fach- und Schulartervergleich. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*.
- Schiepe-Tiska, A., Reiss, K., Krauss, S., Lazarides, R. & Lewalter, D. (Hrsg.) (in Vorbereitung, b). Mehrdimensionale Kompetenzorientierung im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht – Ergebnisse aus PISA-Ceco 2022. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*.
- Schneider, W., Baumert, J., Becker-Mrotzek, M., Hasselhorn, M., Kammermeyer, G., Rauschenbach, T., Roßbach, H.-G., Roth, H.-J., Rothweiler, M. & Stanat, P. (2012). *Expertise „Bildung durch Sprache und Schrift (BiSS)“: Bund-Länder-Initiative zur Sprachförderung, Sprachdiagnostik und Leseförderung*. <https://www.biss-sprachbildung.de/pdf/biss-website-biss-expertise.pdf>
- Schraw, G. (2001). Promoting general metacognitive awareness. In H. J. Hartman (Hrsg.), *Neuropsychology and cognition. Metacognition in learning and instruction* (Bd. 19, S. 3–16). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-017-2243-8_1
- Stemler, S. E. (2004). *A comparison of consensus, consistency, and measurement approaches to estimating interrater reliability. Practical Assessment, Research, and Evaluation*. <https://doi.org/10.7275/96jp-xz07>
- Sorge, S., Ehrlas, C., Todtenhöfer, P., Dittmer, A., Heinle, A., Krauss, S., Münch, B., Neumann, K., Schiering, D., Telser, V., Tepner, O. & Schiepe-Tiska, A. (in Vorbereitung). Die Bedeutung professioneller Handlungskompetenz von Lehrkräften für die Gestaltung des Unterrichts und mehrdimensionale Kompetenzen der Schüler:innen in den Naturwissenschaften – Ergebnisse aus dem Projekt PISA-Ceco *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*.
- Thurm, D., Barzel, B. & Büchter, A. (2024). Schulbücher und digitale Lernplattformen: Eine vergleichende Analyse von Aufgaben hinsichtlich kognitiver Aktivierung und Visualisierungen. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 45(1). <https://doi.org/10.1007/s13138-023-00227-z>
- Todtenhöfer, P., Heinle, A., Dümig, P., Tang, Y., Weis, M., Reinhold, F., Holzberger, D., Reiss, K., Lewalter, D., & Schiepe-Tiska, A. (2025). Fragebögen und Beobachtungsinstrumente in PISA-Ceco. In A. Schiepe-Tiska, S. Krauss, K. Reiss, & D. Lewalter (Hrsg.), *PISA-Ceco – Dokumentation der Erhebungsinstrumente der Begleitstudie zu PISA 2022. Einblicke in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht*. Waxmann.
- Todtenhöfer, P., Schiepe-Tiska, A., Reinhold, F., Weis, M. & Lewalter, D. (in Vorbereitung). Multidimensional Educational Goals and Standard-Oriented Teaching: Relations between Task Characteristics, Basic Competence, and Motivation in Mathematics *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*.
- Weinert, F. E. (Hrsg.). (2002). *Pädagogik. Leistungsmessungen in Schulen* (2. unveränd. Aufl.). Beltz.
- Wennekers, U. (Hrsg.). (2017). *Zahlen und Größen 9 - Berlin-Brandenburg*. Cornelsen.
- Widmer, A.-K. (2018). *Kognitive Aktivierung im Rechtschreibunterricht: Eine Interventionsstudie in der Grundschule* [Dissertation]. GBV Gemeinsamer Bibliotheksverbund.
- Wirtz, M., & Caspar, F. (2002). *Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität: Methoden zur Bestimmung und Verbesserung der Zuverlässigkeit von Einschätzungen mittels Kategoriensystemen und Ratingskalen*. Hogrefe.
- Wüsten, S. (2010). *Allgemeine und fachspezifische Merkmale der Unterrichtsqualität im Fach Biologie: Eine Video- und Interventionsstudie*. Logos.

Pia Todtenhöfer, Anna Heinle, Paula Dümig, Yifan Tang, Mirjam Weis,
Frank Reinhold, Doris Holzberger, Kristina Reiss, Doris Lewalter &
Anja Schiepe-Tiska

Fragebögen und Beobachtungs- instrumente in PISA-Ceco

Inhalt

Vorwort.....	143
1. Onlinefragebogen für Lehrkräfte.....	145
1.1 Zugehörigkeit zur Zielgruppe	145
1.2 Fachzugehörigkeit in den Jahrgangsstufen 9 und 10	145
1.2.1 Lehrkräfte mit Unterricht in der Jahrgangsstufe 9	145
1.2.2 Lehrkräfte, die zusätzlich in Jahrgangsstufe 10 unterrichten	146
1.2.3 Lehrkräfte, die ausschließlich in Jahrgangsstufe 10 unterrichten.....	147
1.3 Unterricht in einer PISA-Klasse	148
1.4 Teilnahme am PISA-Ceco-Unterrichtsbesuch	148
1.4.1 Teilnahme	148
1.4.2 Fachzugehörigkeit beim Unterrichtsbesuch	149
1.5 Übergang zum fachdidaktischen Wissenstest	150
1.6 Wöchentlicher Fachunterricht in der PISA-Klasse	150
1.7 Wöchentlicher Fachunterricht in der Jahrgangsstufe 9	151
1.8 Erste Phase der Lehrkräfteausbildung	152
1.8.1 Verteilung der Ausbildungsanteile in den Naturwissenschaften	152
1.8.2 Verteilung der Ausbildungsanteile in Mathematik	153
1.9 Wahrgenommener Informationsstand zu den KMK- Bildungsstandards	154
1.10 Wahrgenommener Nutzen der Bildungsstandards für die Unterrichtsgestaltung...	155
1.11 Einstellungen zu Kompetenzorientierung im Unterricht.....	156
1.12 Bezugsnormorientierung: Kleine Beurteilungsaufgabe	157
1.13 Bezugsnormorientierung: Soziale und kriteriale Maßstäbe der Leistungsbewertung	159
1.14 Fach- und Unterrichtsenthusiasmus	161
1.15 Einschätzung Motivationsniveau	162
1.15.1 Subjektive Einschätzung Motivationsniveau der Mathematikklasse.....	163
1.15.2 Subjektive Einschätzung Motivationsniveau der Naturwissenschaftsklasse	164
1.16 Disziplin im Klassenzimmer	167
1.17 Konstruktive Unterstützung im Naturwissenschaftsunterricht Feedback.....	168
1.18 Einschätzung des Leistungsniveaus der Schüler*innen in Naturwissenschaften...	170
1.19 Strukturiertheit im Naturwissenschaftsunterricht	171
1.20 Selbstwirksamkeitserwartungen von Naturwissenschaftslehrkräften	172
2. Fragebogen für Lehrkräfte vor der Unterrichtsstunde.....	174
2.1 Verfolgung mehrdimensionaler Bildungsziele.....	174
2.2 Thema der Unterrichtsstunde	174

2.3	Art der Unterrichtsstunde.....	176
2.4	Einsatz und Art von Experiment	177
2.5	Geschlechterverteilung der Lerngruppe	178
3.	Fragebogen für Lehrkräfte nach der Unterrichtsstunde	179
3.1	Motivationsrelevantes Befinden in Bezug auf die vergangene Unterrichtsstunde..	179
3.2	Subjektive Einschätzung der Kompetenz „motiviertes Lernen fördern“	181
3.3	Kognitive Aktivierung	182
3.3.1	Kognitive Aktivierung in der Mathematikstunde.....	182
3.3.2	Kognitive Aktivierung in der Naturwissenschaftsstunde (forschend-entdeckendes Lernen).....	183
4.	Fragebogen für Schüler*innen nach der Unterrichtsstunde	185
4.1	Motivationsrelevantes Befinden in Bezug auf die vergangene Unterrichtsstunde..	185
4.2	Kontrolle außerschulischer Einflussfaktoren auf das emotionale Befinden	187
4.3	Kognitive Aktivierung	187
4.3.1	Kognitive Aktivierung in der Mathematikstunde	188
4.3.2	Kognitive Aktivierung in der Naturwissenschaftsstunde (forschend-entdeckendes Lernen).....	189
4.4	Wahrgenommene Unterstützung durch die Lehrkraft und Lebensweltbezug der Unterrichtsinhalte	190
4.5	Strukturiertheit in der vergangenen Unterrichtsstunde	191
4.6	Erleben von Autonomie- und Kompetenzunterstützung sowie sozialer Einbindung	193
4.7	Ausprägung der Lernmotivation.....	195
5.	Unterrichtsbeobachtungsbogen	198
5.1	Fach der Unterrichtsstunde	198
5.2	Dauer der Unterrichtseinheit.....	198
5.3	Transparenz des Unterrichtsthemas.....	198
5.3.1	Benennung des Unterrichtsthemas	199
5.3.2	Benennung adressierter Bildungsziele in der Unterrichtsstunde.....	199
5.4	Motivationaler Instruktionsstil bei der Aufgabenstellung.....	200
5.5	Einsatz differenzierender Unterrichtspraktiken	201
5.6	Konstruktive Unterstützung.....	202
5.7	Klassenführung.....	203
5.7.1	Prävention von Störungen	203
5.7.2	Beteiligung der Schüler*innen am Lernprozess	204
5.8	Häufigkeit der Nutzung digitaler Medien in der Schule.....	205
5.9	Kontextuelle Besonderheiten der Unterrichtsstunde	206
6.	Literaturverzeichnis	207

Vorwort

Dieses Kapitel dokumentiert die Skalen der Fragebögen, die im Rahmen der nationalen PISA-Begleitstudie PISA-Ceco im Jahr 2022 eingesetzt wurden. Dabei kamen auf der distalen und proximalen Ebene standardisierte Instrumente zum Einsatz. Eine Anwendung der hier dokumentierten Skalen findet sich in den empirischen Beiträgen des PISA-Ceco Themenschwerpunkts (vgl. Schiepe-Tiska et al., in Vorbereitung), in dem zentrale Forschungsfragen zur Unterrichtsqualität und Kompetenzorientierung vertieft behandelt werden.

Eine detaillierte Beschreibung des Studiendesigns und der Stichprobe findet sich in der allgemeinen Einleitung dieser Dokumentation der Erhebungsinstrumente.

Auf der distalen Ebene wurden im Rahmen der PISA 2022 Erhebung – zusätzlich zu den internationalen Fragebögen für Schüler*innen und Lehrkräfte – nationale Skalen ergänzt, die insbesondere die Wahrnehmung des Naturwissenschaftsunterrichts sowie motivationale Orientierungen der Schüler*innen erfragten. Diese Instrumente finden sich im Skalenhandbuch der PISA Erhebung 2022 und sind dort als nationale Ergänzungen gekennzeichnet (Müller et al., 2025). Darüber hinaus wurde ein ergänzender Onlinefragebogen für Mathematik- und Naturwissenschaftslehrkräfte implementiert, der Aspekte der mehrdimensionalen professionellen Kompetenz von Lehrkräften erfasst. Nach dem fachdidaktischen Wissen in den Fächern Mathematik, Physik, Biologie, Chemie, das über typische Unterrichtssituationen erfasst wurde (siehe Kapitel 3 dieser Dokumentation, Hohenleitner et al., 2025), wurden im Onlinefragebogen auch Einstellungen und Überzeugungen, motivationale Orientierungen und selbstregulative Fähigkeiten erhoben. Insgesamt nahmen $N = 377$ Lehrkräfte freiwillig an dieser Befragung teil. Wenn sich die Fragen auf ein bestimmtes Fach beziehen, wurden die Lehrkräfte darum gebeten an das Fach zu denken, für das sie die typischen Unterrichtssituationen eingeschätzt haben.

Auf der proximalen Ebene wurden Erhebungen im Rahmen von $N = 116$ Unterrichtsbesuchen durchgeführt. Dabei kamen folgende papierbasierte Instrumente zum Einsatz: ein Lehrkräftefragebogen vor der Stunde, ein Lehrkräftefragebogen nach der Stunde, ein Schüler*innenfragebogen¹ nach der Stunde sowie ein Unterrichtsbeobachtungsbogen, der von einer geschulten Testleitung ausgefüllt wurde. Ziel war es, das situative Unterrichtserleben sowie motivationale und emotionale Zielkriterien aus Sicht der Beteiligten zu erfassen. Insgesamt nahmen $N = 2179$ Schüler*innen und deren $N = 101$ Lehrkräfte freiwillig an den $N = 116$ Unterrichtsbesuchen teil.

Innerhalb der Unterrichtsbesuche kam es teilweise zu einer Vertauschung der Testpakete, so dass Lehrkräfte und Schüler*innen nicht die korrekten Fragebögen erhalten und beantwortet haben. Dies bezieht sich auf die Skalen zur Kognitiven Aktivierung, für die es je nach Fach unterschiedliche Fragen gab (vgl. 3.3 und 4.3). Daraus folgt, dass einige Schüler*innen und Lehrkräfte die entsprechend vorgesehenen fachspezifischen Fragen nicht beantworten konnten. In den Auswertungen wurden diese fehlenden Werte gesondert mit -96 gekennzeichnet. Auf die übergreifenden Fragen zum Unterrichtserleben hat dies keinen Einfluss.

Für jede Skala werden in diesem Kapitel neben Quellenangaben auch Auswertungshinweise, der genaue Itemwortlaut² sowie statistische Kennwerte auf Item- und Skalenebene dokumentiert. Außerdem wird angegeben, ob sich die Instrumente auf bestimmte Fächer(gruppen) be-

1 Die in diesem Skalenhandbuch angewandte gendergerechte Schreibweise beinhaltet, dass bevorzugt inklusive neutrale Formen und Kurzformen mit Gendersternchen verwendet werden. Bei der Verwendung von Text (auch Abbildungen o.ä.) anderer Quellen wie die in dieser Dokumentation der Erhebungsinstrumente dargestellten Fragebögen wird die Schreibweise der Autor*innen (beispielsweise die Doppelnennung) beibehalten.

2 Fehlerhafte Rechtschreibung u. ä. wurden in der vorliegenden Dokumentation nicht verbessert, um die erhobenen Instrumente in der tatsächlichen Ausführung darzustellen und Verzerrungen vorzubeugen.

zogen haben, oder übergreifend beantwortet wurden. Wenn die Fachangabe „übergreifend“ ist, wurde die identische Skala für Unterrichtsbesuchen in Mathematik und den Naturwissenschaften eingesetzt. Bei Fragen mit offenem Antwortformat werden Häufigkeitsverteilungen beziehungsweise deskriptive Statistiken nur ausgewiesen, wenn sie inhaltlich übergreifend interpretierbar sind.

Die Auswertungen basieren auf der Klassischen Testtheorie (KTT, z. B. Moosbrugger, 2012). Auf Itemebene werden absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten, Mittelwerte (M), Standardabweichungen (SD) und die Itemtrennschärfen (r_{it}) analysiert. Auf Skalenebene werden Cronbachs Alpha (Cronbachs α), Skalenmittelwerte (M), Standardabweichungen (SD), Minima (Min) und Maxima (Max) sowie die Stichprobengröße (N) ausgewiesen. Invertierte Items wurden entsprechend rekodiert und mit der Endung „_R“ gekennzeichnet. Die im Fragebogen dokumentierte Originalformulierung bezieht sich auf die nicht rekodierte Fassung. Eindeutige Ausreißer – etwa durch unplausible oder extreme Antworten – wurden in den deskriptiven Statistiken nicht entfernt, um die Verteilung der Antworten vollständig abzubilden. Mögliche Verzerrungen sollten daher bei der Interpretation einzelner Skalenwerte berücksichtigt werden.

1. Onlinefragebogen für Lehrkräfte

1.1 Zugehörigkeit zur Zielgruppe

Datenquelle	Eigenentwicklung
Anmerkung	Alle Lehrkräfte, die an PISA 2022 und PISA-Ceco teilgenommen haben, unterrichteten per Definition der Ziehung in der Jahrgangsstufe 9 oder 10. Alle Lehrkräfte, die bei dieser Frage „nein“ angegeben haben, unterrichteten ausschließlich in der Jahrgangsstufe 10. Hierbei handelte es sich um eine Filtervariable. Je nach Angabe wurden im weiteren Verlauf unterschiedliche Itemsets eingeblendet.
Items	1
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = ja 2 = nein

Variable	Text
LFBfil_i	Unterrichten Sie im laufenden Schuljahr in der 9. Jahrgangsstufe?

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		NA	
	n	%	n	%	n	%
LFBfil_i	265	70.3	112	29.7	0	0.0

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 377

1.2 Fachzugehörigkeit in den Jahrgangsstufen 9 und 10

Im Onlinefragebogen wurden Lehrkräfte gebeten, ihre unterrichteten Fächer für die Jahrgangsstufe 9 und 10 anzugeben. Je nach vorheriger Angabe zur Klassenstufe (siehe 1.1) wurden unterschiedliche Itemsets eingeblendet.

1.2.1 Lehrkräfte mit Unterricht in der Jahrgangsstufe 9

Datenquelle	Eigenentwicklung
Anmerkung	Neben der Angabe, welche Fächer die Lehrkräfte in der Jahrgangsstufe 9 unterrichteten, wird zusätzlich in einer Summenvariable angegeben, wie viele Fächer die Lehrkräfte unterrichteten.
Items	1
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala / Mehrfachantwort
Kategorien	1 = ja / ausgewählt 2 = nein / nicht ausgewählt

Variable	Text
LFBfil_f_9_01	Welche der folgenden Fächer unterrichten Sie aktuell in der 9. Jahrgangsstufe?
LFBfil_f_9_01_1	Mathematik
LFBfil_f_9_01_2	Chemie
LFBfil_f_9_01_3	Biologie
LFBfil_f_9_01_4	Physik
LFBfil_f_9_01_5	Allgemeiner, integrierter oder fächerübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht, z. B. Natur und Technik

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
LFBfil_f_9_01_1	122	46.0	143	54.0	0	0.0
LFBfil_f_9_01_2	67	25.3	198	74.7	0	0.0
LFBfil_f_9_01_3	53	20.0	212	80.0	0	0.0
LFBfil_f_9_01_4	67	25.3	198	74.7	0	0.0
LFBfil_f_9_01_5	30	11.3	235	88.7	0	0.0

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 265

Verteilungskennwerte der Summenvariable

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
LFBfil_f_9_01	265	1.28	0.04

1.2.2 Lehrkräfte, die zusätzlich in Jahrgangsstufe 10 unterrichten

Datenquelle	Eigenentwicklung
Anmerkung	Diese Frage beantworteten alle Lehrkräfte, die zusätzlich in der Jahrgangsstufe 10 unterrichten. Neben der Angabe, welche Fächer die Lehrkräfte in der Jahrgangsstufe 10 unterrichteten, wird zusätzlich in einer Summenvariable angegeben, wie viele Fächer die Lehrkräfte unterrichteten.
Items	1
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala / Mehrfachantwort
Kategorien	1 = ja / ausgewählt 2 = nein / nicht ausgewählt

Variable	Text
LFBfil_f_10_2	Welche der folgenden Fächer unterrichten Sie aktuell in der 10. Jahrgangsstufe?
LFBfil_f_10_01_2	Mathematik
LFBfil_f_10_02_2	Chemie
LFBfil_f_10_03_2	Biologie
LFBfil_f_10_04_2	Physik
LFBfil_f_10_05_2	Allgemeiner, integrierter oder fächerübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht, z. B. Natur und Technik

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
LFBfil_f_10_01_2	43	33.3	222	66.7	0	0.0
LFBfil_f_10_02_2	44	34.1	221	65.9	0	0.0
LFBfil_f_10_03_2	31	24.0	234	76.0	0	0.0
LFBfil_f_10_04_2	37	28.7	228	71.3	0	0.0
LFBfil_f_10_05_2	11	8.5	254	91.5	0	0.0

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 129

Verteilungskennwerte der Summenvariable

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
LFBfil_f_10_2	129	1.29	0.04

1.2.3 Lehrkräfte, die ausschließlich in Jahrgangsstufe 10 unterrichten

Datenquelle	Eigenentwicklung
Anmerkung	Diese Frage beantworteten alle Lehrkräfte, die ausschließlich in der Jahrgangsstufe 10 unterrichten. Neben der Angabe, welche Fächer die Lehrkräfte in der Jahrgangsstufe 10 unterrichteten, wird zusätzlich in einer Summenvariable angegeben, wie viele Fächer die Lehrkräfte unterrichteten.
Items	1
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala / Mehrfachantwort
Kategorien	1 = ja / ausgewählt 2 = nein / nicht ausgewählt

Variable	Text
LFBfil_f_10_1	Welche der folgenden Fächer unterrichten Sie aktuell in der 10. Jahrgangsstufe?
LFBfil_f_10_01_1	Mathematik
LFBfil_f_10_02_1	Chemie
LFBfil_f_10_03_1	Biologie
LFBfil_f_10_04_1	Physik
LFBfil_f_10_05_1	Allgemeiner, integrierter oder fächerübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht, z. B. Natur und Technik

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
LFBfil_f_10_01_1	55	49.1	57	50.0	1	0.9
LFBfil_f_10_02_1	17	15.2	95	84.3	1	0.9
LFBfil_f_10_03_1	33	29.5	79	69.6	1	0.9
LFBfil_f_10_04_1	17	15.2	95	83.9	1	0.9
LFBfil_f_10_05_1	8	7.1	104	92.0	1	0.9

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 112

Verteilungskennwerte der Summenvariable

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
LFBfil_f_10_1	111	1.17	0.04

Anmerkung: Eine Lehrkraft hat aufgrund der vorherigen Filterung diese Frage bekommen, aber auch hier kein Fach eingetragen und den Fragebogen nicht weiter beantwortet.

1.3 Unterricht in einer PISA-Klasse

Datenquelle	Eigenentwicklung
Anmerkung	Diese Frage wurde im Onlinefragebogen genutzt, um zu erheben, ob die befragte Lehrkraft in einer der zufällig gezogenen Klassen unterrichtete, die Teil der PISA 2022-Erhebung waren. Sie ermöglicht eine Zuordnung zur klassenbasierten PISA-Stichprobe und damit weiterführende Analysen auf Klassenebene. Hierbei handelte es sich um eine Filtervariable. Je nach Angabe wurden im weiteren Verlauf unterschiedliche Itemsets eingeblendet. Außerdem bekamen diese Frage nur die Lehrkräfte, die vorher angegeben haben, in der Jahrgangsstufe 9 zu unterrichten (vgl. 1.1).
Items	1
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = ja 2 = nein

Variable	Text
LFBfil_u	Unterrichten Sie in einer der 9. Klassen, die für PISA ausgewählt wurden?

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
LFBfil_u	212	56.2	53	14.1	0	0.0

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 265

1.4 Teilnahme am PISA-Ceco-Unterrichtsbesuch

Im Folgenden wird erfasst, ob eine Lehrkraft im Rahmen von PISA-Ceco einen Unterrichtsbesuch in der 9. Klasse ermöglicht hat (1.4.1) und welches Fach sie während der beobachteten Stunde unterrichtete (1.4.2).

1.4.1 Teilnahme

Datenquelle	Eigenentwicklung
Anmerkung	Diese Frage diente der Identifikation, ob eine Lehrkraft im Rahmen der PISA-Ceco-Studie für einen Unterrichtsbesuch ausgewählt wurde. Sie ermöglicht eine Verknüpfung mit den beobachteten Unterrichtsdaten auf der proximalen Ebene. Diese Frage beantwor-

	teten alle Lehrkräfte, die angegeben haben, dass sie in der Jahrgangsstufe 9 eine PISA-Klasse unterrichteten (vgl. 1.3). Hierbei handelte es sich um eine Filtervariable. Je nach Angabe wurden im weiteren Verlauf unterschiedliche Itemsets eingeblendet.
Items	1
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = ja 2 = nein

Variable	Text
LFBfil_ub	Wird/wurde Ihre Unterrichtsstunde im Rahmen von PISA-Ceco besucht?

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		NA	
	n	%	n	%	n	%
LFBfil_ub	40	18.9	172	81.1	0	0.0

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 212

1.4.2 Fachzugehörigkeit beim Unterrichtsbesuch

Datenquelle	Eigenentwicklung
Anmerkung	Diese Frage wurde nur jenen Lehrkräften angezeigt, die zuvor angegeben hatten, dass ihre Unterrichtsstunde im Rahmen von PISA-Ceco besucht wurde (vgl. 1.4.1). Neben der Angabe, welche Fächer die Lehrkräfte im Rahmen des Unterrichtsbesuchs unterrichteten, wird zusätzlich in einer Summenvariable angegeben, wie viele Fächer die Lehrkräfte unterrichteten.
Items	1
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala / Mehrfachantwort
Kategorien	1 = ja / ausgewählt 2 = nein / nicht ausgewählt

Variable	Text
LFBfil_ub_f	Welches Fach unterrichten/unterrichteten Sie während des Unterrichtsbesuchs?
LFBfil_ub_f_1	Mathematik
LFBfil_ub_f_2	Chemie
LFBfil_ub_f_3	Biologie
LFBfil_ub_f_4	Physik
LFBfil_ub_f_5	Allgemeiner, integrierter oder fächerübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht, z. B. Natur und Technik

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
LFBfil_ub_f_1	21	52.5	19	47.5	0	0.0
LFBfil_ub_f_2	7	17.5	33	82.5	0	0.0
LFBfil_ub_f_3	4	10.0	36	90.0	0	0.0
LFBfil_ub_f_4	13	32.5	27	67.5	0	0.0
LFBfil_ub_f_5	0	0.0	40	100	0	0.0

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 40

Verteilungskennwerte der Summenvariable

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
LFBfil_ub_f	40	1.07	0.41

1.5 Übergang zum fachdidaktischen Wissenstest

Im Anschluss an die zuvor dokumentierten Fragen begann der fachdidaktische Wissenstest, der typische Unterrichtssituationen aufgreift und fachbezogene Handlungsentscheidungen der Lehrkräfte erhebt. Die entsprechenden Instrumente sind nicht Bestandteil dieses Kapitels, sondern werden in Kapitel 3 dieser Dokumentation ausführlich dargestellt (siehe Hohenleitner et al., 2025).

1.6 Wöchentlicher Fachunterricht in der PISA-Klasse

Datenquelle	Angelehnt an den PISA-Lehrkräftefragebogen 2003; Skala fast (Frey et al., 2009; Mang et al., 2018; Ramm et al., 2006)
Anmerkung	Diese Frage wurde nur Lehrkräften gestellt, die in der PISA-Klasse unterrichteten (vgl. 1.3).
Items	5
Fach	übergreifend
Antwortformat	Offene Antwort

Variable	Text
LFBstud_2	Mit welchem Stundenumfang unterrichten Sie folgende Fächer in Ihrer PISA-Klasse? (Bitte tragen Sie neben das jeweilige Fach die Anzahl der Wochenstunden ein.)
LFBstud_2_01	Mathematik
LFBstud_2_02	Chemie
LFBstud_2_03	Biologie
LFBstud_2_04	Physik
LFBstud_2_05	Allgemeiner, integrierter oder fächerübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht, z. B. Natur und Technik

Variable	Fach wird unterrichtet (n)					NA	
		Min	Max	M	SD	n	%
LFBstud_2_01	79	3	18	4.19	1.91	133	62.7
LFBstud_2_02	39	1	16	2.51	2.42	173	81.6
LFBstud_2_03	33	1	7	2.06	1.35	179	84.4
LFBstud_2_04	43	1	4	1.84	0.57	169	79.7
LFBstud_2_05	17	2	6	2.71	1.11	195	92.0

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 212

1.7 Wöchentlicher Fachunterricht in der Jahrgangsstufe 9

Datenquelle	Angelehnt an PISA Lehrkräftefragebogen 2003; Skala fast (Frey et al., 2009; Mang et al., 2018; Ramm et al., 2006)
Anmerkung	Die Frage wurde nur den Lehrkräften vorgelegt, die angegeben hatten, aktuell nicht in einer der PISA-Klassen zu unterrichten (vgl. 1.3) oder die ausschließlich in der Jahrgangsstufe 10 unterrichteten (vgl. 1.2.3).
Items	5
Fach	übergreifend
Antwortformat	Offene Antwort

Variable	Text
LFBstud	Mit welchem Stundenumfang unterrichten Sie folgende Fächer in der 9. Klasse? (Bitte tragen Sie neben das jeweilige Fach die Anzahl der Wochenstunden ein. Falls Sie nicht in der 9. Jahrgangsstufe unterrichten, beantworten Sie bitte die Frage für die 10. Jahrgangsstufe.)
LFBstud_01	Mathematik
LFBstud_02	Chemie
LFBstud_03	Biologie
LFBstud_04	Physik
LFBstud_05	Allgemeiner, integrierter oder fächerübergreifender naturwissenschaftlicher Unterricht, z. B. Natur und Technik

Variable	Fach wird unterrichtet (n)					NA	
		Min	Max	M	SD	n	%
LFBstud_01	45	1	8	3.93	1.21	120	72.7
LFBstud_02	23	1	6	3.00	1.68	142	86.1
LFBstud_03	28	1	8	2.43	1.50	137	83.0
LFBstud_04	16	2	4	2.81	0.91	149	90.3
LFBstud_05	11	1	6	2.73	1.42	154	93.3

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 165

1.8 Erste Phase der Lehrkräfteausbildung

Die folgenden Fragen erheben retrospektiv, welchen Anteilen inhaltlich verschiedenen Bereichen während der ersten Phase der Lehrkräftebildung (z. B. im Studium) gewidmet wurde. Die Angaben erfolgen in Prozent und sollen sich auf das Fach beziehen, für das zuvor der fachdidaktische Wissenstest beantwortet wurde. Es wird zwischen Naturwissenschaften und Mathematik differenziert.

1.8.1 Verteilung der Ausbildungsanteile in den Naturwissenschaften

Datenquelle	Angelehnt an PISA Lehrkräftefragebogen 2015; Skala TC029 (Mang et al., 2019)
Items	5
Fach	Naturwissenschaften
Antwortformat	Offene Antwort
Kategorien	Angaben in Prozent

Variable	Text
LFBaus_nawi	Welcher Anteil <u>der ersten Phase</u> Ihrer Lehramtsausbildung oder anderen professionellen Qualifikation für den Beruf der Lehrerin/ des Lehrers widmete sich folgenden Bereichen? (Bitte geben Sie für jeden Bereich eine ungefähre Prozentzahl an, z. B. „20“ in der ersten Zeile, wenn 20 % der Ausbildungszeit für naturwissenschaftliche und technische Inhalte verwendet wurden. Beachten Sie bitte, dass die Summe der Prozentangaben 100 ergeben muss.)
LFBaus_nawi_01	<u>Naturwissenschaftliche und technische Inhalte</u> : Wissen und Fertigkeiten in meiner naturwissenschaftlichen Disziplin
LFBaus_nawi_02	<u>Lehren und Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht</u> : Lehrmethoden, Lehrfertigkeiten (z.B. Einsatz von Experimenten) und Fehlauffassungen der Schülerinnen und Schüler
LFBaus_nawi_03	<u>Allgemeines pädagogisches Wissen</u> : z.B. Lehrer-Schüler-Interaktion, Klassenführung, Schulevaluation, Sonder- / Förderunterricht
LFBaus_nawi_04	Praktische Erfahrungen z.B. im Rahmen von Schulpraktika
LFBaus_nawi_05	Sonstige Themen

Variable					NA	
	Min	Max	M	SD	n	%
LFBaus_nawi_01	0	100	52.91	25.79	52	26.7
LFBaus_nawi_02	0	80	19.43	14.73	54	27.7
LFBaus_nawi_03	0	100	13.81	12.86	55	28.2
LFBaus_nawi_04	0	100	10.83	11.56	56	28.7
LFBaus_nawi_05	0	100	10.61	18.50	118	60.5

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 195

1.8.2 Verteilung der Ausbildungsanteile in Mathematik

Datenquelle	Angelehnt an PISA Lehrkräftefragebogen 2022; Skala TC203 (Müller et al., 2025)
Anmerkung	Die Items 01-03 wurden im Rahmen des Lehrkräftefragebogens von PISA 2022 ebenfalls erfasst und für PISA-Ceco um die Items 04 und 05 ergänzt.
Items	5
Fach	Mathematik
Antwortformat	Offene Antwort
Kategorien	Angaben in Prozent

Variable	Text
LFBaus_ma	Welcher Anteil <u>der ersten Phase</u> Ihrer Lehramtsausbildung oder anderen professionellen Qualifikation für den Beruf der Lehrerin/ des Lehrers widmete sich folgenden Bereichen? (Bitte geben Sie für jeden Bereich eine ungefähre Prozentzahl an, z. B. „20“ in der ersten Zeile, wenn 20 % der Ausbildungszeit für Wissen und Fähigkeiten in Mathematik verwendet wurden. Beachten Sie bitte, dass die Summe der Prozentangaben 100 ergeben muss. Bitte beziehen Sie sich auf das Fach, für das Sie die Fragen zu typischen Unterrichtssituationen beantwortet haben.)
LFBaus_ma_01	<u>Mathematik</u> : Wissen und Fähigkeiten im Zusammenhang mit Mathematik
LFBaus_ma_02	<u>Fachdidaktik in Mathematik</u> : Wissen und Methoden zur Vermittlung der Mathematik
LFBaus_ma_03	<u>Allgemeines pädagogisches Wissen</u> : z.B. Lehrer-Schüler-Interaktion, Klassenführung, Schulevaluation, Sonder- / Förderunterricht
LFBaus_ma_04	Praktische Erfahrungen z.B. im Rahmen von Schulpraktika
LFBaus_ma_05	Sonstige Themen

Variable			M	SD	NA	
	Min	Max			n	%
LFBaus_ma_01	0	100	56.25	23.80	56	30.8
LFBaus_ma_02	0	60	15.46	10.82	58	31.9
LFBaus_ma_03	0	80	11.39	11.03	61	33.5
LFBaus_ma_04	0	80	8.78	8.85	61	33.5
LFBaus_ma_05	0	100	17.21	21.96	109	59.9

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 182

1.9 Wahrgenommener Informationsstand zu den KMK-Bildungsstandards

Datenquelle	PISA Lehrkräftefragebogen 2006; Item LF23F01 (Frey et al., 2009)
Items	1
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = sehr gut 2 = gut 3 = befriedigend 4 = ausreichend 5 = mangelhaft 6 = ungenügend

Variable	Text
LFBbs2	Wie gut schätzen Sie Ihren Informationsstand bezüglich der KMK-Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss ein? (Bitte ordnen Sie sich selbst eine Note von 1 (sehr gut) bis 6 (ungenügend) zu.)

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		4		5		6		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
LFBbs2	11	2.9	108	28.6	104	27.6	34	9.0	12	3.2	4	1.1	104	27.6

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 377

Skalenkennwerte

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
LFBbs2	273	2.78	0.97

1.10 Wahrgenommener Nutzen der Bildungsstandards für die Unterrichtsgestaltung

Datenquelle	Angelehnt an PISA Lehrkräftefragebogen 2006; Skala DIAGN (Frey et al., 2009)
Items	4
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = trifft gar nicht zu 2 = trifft eher nicht zu 3 = trifft eher zu 4 = trifft völlig zu

Variable	Text
LFBbs1	Wie sehr stimmen Sie den folgenden Aussagen zu? (Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen anklicken.) Die KMK-Bildungsstandards für den mittleren Schulabschluss helfen mir...
LFBbs1_01	..., Schülerinnen und Schüler mit Lerndefiziten besser zu erkennen.
LFBbs1_02	..., Schülerinnen und Schüler nach einheitlichen Maßstäben zu bewerten.
LFBbs1_03	... bei der Erstellung von Parallelarbeiten.
LFBbs1_04	... bei der Unterrichtsplanung.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		4		NA	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
LFBbs1_01	42	11.1	132	35.0	93	24.7	3	0.8	107	28.4
LFBbs1_02	21	5.6	78	20.7	160	42.4	11	2.9	107	28.4
LFBbs1_03	49	13.0	110	29.2	101	26.8	8	2.1	109	28.9
LFBbs1_04	34	9.0	84	22.3	127	33.7	25	6.6	107	28.4

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 377

Skalenkennwerte

Variable	M	SD	r_{it}
LFBbs1_01	2.21	0.71	0.60
LFBbs1_02	2.60	0.69	0.59
LFBbs1_03	2.25	0.79	0.67
LFBbs1_04	2.53	0.83	0.62

Skala	N	M	SD	Min	Max	Cronbachs α
LFBbs1	268	2.40	0.75	2.21	2.60	0.69

1.11 Einstellungen zu Kompetenzorientierung im Unterricht

Datenquelle	Angelehnt an PISA Lehrkräftefragebogen 2006; Skala DIAGN (Frey et al., 2009)
Items	5
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = trifft gar nicht zu 2 = trifft eher nicht zu 3 = trifft eher zu 4 = trifft völlig zu

Variable	Text
LFBku	Wie sehr stimmen Sie den folgenden Aussagen zu? (Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen anklicken.) Das Konzept des kompetenzorientierten Unterrichts...
LFBku_01	... ist nützlich für die Vermittlung von Fachkenntnissen.
LFBku_02	... ermöglicht mehr Gestaltungsspielräume bei der Auswahl von Unterrichtsmethoden.
LFBku_03	... erleichtert den Lehrkräften die Durchführung des Unterrichts.
LFBku_04	... ist für die Planung des Unterrichts hilfreich.
LFBku_05_R	... umfasst einen Arbeitsaufwand, der höher ist als dessen Nutzen (rekodiert).

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		4		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
LFBku_01	19	5.0	104	27.6	123	32.6	24	6.4	107	28.4
LFBku_02	14	3.7	70	18.6	150	39.8	36	9.5	107	28.4
LFBku_03	43	11.4	131	34.7	86	22.8	10	2.7	107	28.4
LFBku_04	28	7.4	113	30.0	111	29.4	18	4.8	107	28.4
LFBku_05_R	39	10.3	105	27.9	110	29.2	15	4.0	108	28.6

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 377

Skalenkennwerte

Variable	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r_{it}</i>
LFBku_01	2.56	0.75	0.73
LFBku_02	2.77	0.74	0.78
LFBku_03	2.23	0.76	0.73
LFBku_04	2.44	0.77	0.72
LFBku_05_R	2.38	0.80	0.77

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
LFBku	269	2.48	0.76	2.23	2.77	0.79

1.12 Bezugsnormorientierung: Kleine Beurteilungsaufgabe

Datenquelle	Die kleine Beurteilungsaufgabe (Rheinberg, 1980)
Anmerkung	Die Aufgabe erfasst das implizite Bezugssystem, das Lehrkräfte bei der Leistungsbeurteilung anwenden (soziale, kriteriale oder individuelle Bezugsnorm). In einer typischen Leistungssituation bewerten sie konkrete Schülerleistungen über symbolische Einschätzungen. Die gewählte Bewertung lässt Rückschlüsse auf das dominante Bewertungsmuster der jeweiligen Lehrkraft zu.
Items	9
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = +++++ 2 = ++++ 3 = +++ 4 = ++ 5 = + 6 = ± 7 = - 8 = -- 9 = --- 10 = ---- 11 = -----

Variable	Text
LFBbno1	Eine durchschnittliche Schulklasse macht in monatlichen Abständen Schulleistungstests, in denen jeweils der Unterrichtsstoff des letzten Monats abgefragt wird. In jedem Test kann man max. 100 Punkte erreichen. Die Tests sind so aufgebaut, dass der Klassendurchschnitt bei ca. 50 Punkten liegt. Neun Schülerinnen und Schüler erreichen bei den letzten drei Tests die unten aufgeführten Punkte. <i>Ihre Aufgabe besteht darin, bei jedem der neun Schülerinnen und Schüler das letzte Testergebnis (fett gedruckt) zu beurteilen. Ihre Einschätzungen tragen Sie bitte in die Kästchen von links nach rechts ein. Pro Kästchen kann max. ein Zeichen gesetzt werden. Wenn Sie das letzte Testergebnis einer Schülerin/eines Schülers für eine gute Leistung halten, können Sie einen bis fünf Pluspunkte (+ + . . .) geben. Halten Sie dieses Ergebnis für eine schlechte Leistung, so können Sie einen bis fünf Minuspunkte (- - . . .) geben. Wenn Sie das Ergebnis weder für eine gute, noch für eine schlechte Leistung halten, tragen Sie bitte einen Plus- und einen Minuspunkt ein (+ -).</i>
LFBbno1_2_gesamt	85 – 80 – 75
LFBbno1_3_gesamt	25 – 25 – 25
LFBbno1_4_gesamt	40 – 45 – 50
LFBbno1_5_gesamt	65 – 70 – 75
LFBbno1_6_gesamt	50 – 50 – 50
LFBbno1_7_gesamt	15 – 20 – 25
LFBbno1_8_gesamt	60 – 55 – 50
LFBbno1_9_gesamt	75 – 75 – 75
LFBbno1_10_gesamt	35 – 30 – 35

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		4		5		6	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
LFBbno1_2_gesamt	7	1.9	34	9.0	60	15.9	37	9.8	20	5.3	37	9.8
LFBbno1_3_gesamt	1	0.3	1	0.3	0	0.0	3	0.8	11	2.9	42	11.1
LFBbno1_4_gesamt	4	1.1	8	2.1	23	6.1	53	14.1	60	15.9	71	18.8
LFBbno1_5_gesamt	17	4.5	59	15.6	80	21.2	50	13.3	18	4.8	12	3.2
LFBbno1_6_gesamt	2	0.5	2	0.5	11	2.9	17	4.5	33	8.8	149	39.5
LFBbno1_7_gesamt	7	1.9	6	1.6	10	2.7	27	7.2	42	11.1	34	9.0
LFBbno1_8_gesamt	2	0.5	0	0.0	8	2.1	13	3.4	31	8.2	84	22.3
LFBbno1_9_gesamt	12	3.2	42	11.1	68	18.0	40	10.6	28	7.4	44	11.7
LFBbno1_10_gesamt	1	0.3	1	0.3	2	0.5	10	2.7	26	6.9	66	17.5

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	7		8		9		10		11		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
LFBbno1_2_gesamt	23	6.1	17	4.5	4	1.1	0	0.0	1	0.3	137	36.3
LFBbno1_3_gesamt	24	6.4	45	11.9	51	13.5	38	10.1	21	5.6	140	37.1
LFBbno1_4_gesamt	9	2.4	5	1.3	1	0.3	0	0.0	0	0.0	143	37.9
LFBbno1_5_gesamt	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	141	37.4
LFBbno1_6_gesamt	12	3.2	6	1.6	3	0.8	0	0.0	0	0.0	142	37.7
LFBbno1_7_gesamt	14	3.7	29	7.7	31	8.2	26	6.9	8	2.1	143	37.9
LFBbno1_8_gesamt	51	13.5	34	9.0	8	2.1	4	1.1	0	0.0	142	37.7
LFBbno1_9_gesamt	2	0.5	0	0.0	1	0.3	0	0.0	0	0.0	140	37.1
LFBbno1_10_gesamt	53	14.1	50	13.3	20	5.3	3	0.8	3	0.8	142	37.7

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 377

Skalenkennwerte

Variable	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r_{it}</i>
LFBbno1_2_gesamt	4.45	2.05	-
LFBbno1_3_gesamt	8.10	1.86	-
LFBbno1_4_gesamt	4.87	1.38	-
LFBbno1_5_gesamt	3.12	1.23	-
LFBbno1_6_gesamt	5.64	1.16	-
LFBbno1_7_gesamt	6.53	2.51	-
LFBbno1_8_gesamt	6.29	1.47	-
LFBbno1_9_gesamt	3.74	1.56	-
LFBbno1_10_gesamt	6.76	1.53	-

N = 230

1.13 Bezugsnormorientierung: Soziale und kriteriale Maßstäbe der Leistungsbewertung

Datenquelle	Items 01, 02, 03, 05: Fragebogenerhebung COACTIV (Baumert et al., 2019) Items 04, 06 und 07: Dokumentation der Befragungsinstrumente des Laborexperimentes im Projekt „Conditions and Consequences of Classroom Assessment“ (Co ² CA); Items RF_bno_1, 4, 7 (Bürgermeister et al., 2011)
Anmerkung	Die Skala erfasst die Bezugsnormorientierung über eine standardisierte Selbstauskunft. Lehrkräfte geben an, inwieweit sie in ihrer Unterrichtspraxis kriteriale oder soziale Maßstäbe bei der Leistungsbewertung anwenden. Damit wird die Bezugsnormorientierung deklarativ und reflexiv erfasst. kriteriale explizite / selbsteingeschätzte Bezugsnormorientierung (Items 01, 04, 05, 06, 07) soziale explizite / selbsteingeschätzte Bezugsnormorientierung (Items 02, 03)
Items	7
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala
Kategorien	1 = stimme nicht zu 2 = stimme eher nicht zu 3 = stimme eher zu 4 = stimme zu

Variable	Text
LFBbno2	Wie sehr stimmen Sie den Aussagen in Bezug auf Ihren Unterricht zu? <i>(Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen anklicken.)</i>
LFBbno2_01	Die Anforderungen einer Notenstufe lege ich vor der Leistungserhebung fest und ändere daran nichts, auch wenn dann relativ viele Erhebungen gut oder schlecht ausfallen.
LFBbno2_02	Die Noten ermittle ich im Vergleich der Schülerinnen und Schüler meiner Klasse.
LFBbno2_03	Ich orientiere meine Noten am Durchschnitt der Klasse.
LFBbno2_04	Ich vergleiche meine Schülerinnen und Schüler mit dem Lernziel, d.h. mit dem, was sie in der 9. Jahrgangsstufe laut Lehrplan können sollte.
LFBbno2_05	Ich lege den Bewertungsschlüssel vor der Leistungserhebung fest.
LFBbno2_06	Ich melde meinen Schülerinnen und Schülern zurück, was von ihnen in der 9. Klasse erwartet wird.
LFBbno2_07	Ich nenne meinen Schülerinnen und Schülern die Kriterien, die zum Erreichen des Lernziels nötig sind.

Kriteriale Bezugsnorm**Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten**

Variable	1		2		3		4		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
LFBbno2_01	16	4.2	53	14.1	128	34.0	66	17.5	114	30.2
LFBbno2_04	7	1.9	31	8.2	150	39.8	73	19.4	116	30.8
LFBbno2_05	4	1.1	20	5.3	96	25.5	142	37.7	115	30.5
LFBbno2_06	5	1.3	36	9.5	123	32.6	98	26.0	115	30.5
LFBbno2_07	4	1.1	21	5.6	101	26.8	136	36.1	115	30.5

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 377

Skalenkennwerte

Variable	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r_{it}</i>
LFBbno2_01	2.92	0.83	0.69
LFBbno2_04	3.11	0.70	0.57
LFBbno2_05	3.43	0.70	0.59
LFBbno2_06	3.20	0.74	0.60
LFBbno2_07	3.42	0.69	0.64

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
LFBbno2_krit	261	3.21	0.35	2.93	3.43	0.67

Soziale Bezugsnorm**Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten**

Variable	1		2		3		4		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
LFBbno2_02	76	20.2	124	32.9	60	15.9	2	0.5	115	30.5
LFBbno2_03	111	29.4	117	31.0	34	9.0	1	0.3	114	30.2

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 377

Skalenkennwerte

Variable	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r_{it}</i>
LFBbno2_02	1.96	0.74	-
LFBbno2_03	1.71	0.70	-

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
LFBbno2_soz	262	1.83	0.35	1.71	1.95	0.66

1.14 Fach- und Unterrichtsenthusiasmus

Datenquelle	Angelehnt an Skalenhandbuch BilWiss (Bildungswissenschaftliches Wissen und der Erwerb professioneller Kompetenz in der Lehramtsausbildung); Skala entu und entf (Kunter et al., 2017)
Anmerkung	Enthusiasmus für das Unterrichten (Items 01, 02, 03, 04) Fachenthusiasmus (Items 05, 06, 07, 08)
Items	8
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = trifft nicht zu 2 = trifft eher nicht zu 3 = trifft eher zu 4 = trifft zu

Variable	Text
LFBent	Wie viel Freude macht Ihnen Ihre Tätigkeit in dem Fachunterricht Ihrer 9. Klasse? <i>(Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen anklicken. Falls Sie nicht in der 9. Jahrgangsstufe unterrichten, beantworten Sie bitte die Frage für die 10. Jahrgangsstufe. Bitte denken Sie dabei an das Fach, für das Sie die typischen Unterrichtssituationen eingeschätzt haben.)</i>
LFBent_01	Ich unterrichte mit Begeisterung.
LFBent_02	Lehren gehört zu meinen Lieblingstätigkeiten.
LFBent_03	Es macht mir immer wieder Spaß, den Schülerinnen und Schülern etwas beizubringen.
LFBent_04	Es macht mir Freude, zu unterrichten.
LFBent_05	Wenn ich mich mit meinem Fach beschäftige, vergesse ich manchmal alles um mich herum.
LFBent_06	Mein Fach ist mir persönlich wichtig.
LFBent_07	Ich bin von meinem Fach begeistert.
LFBent_08	Ich finde mein Fach spannend.

Enthusiasmus für das Unterrichten

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		4		NA	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
LFBent_01	2	0.5	7	1.9	154	40.8	100	26.5	114	30.2
LFBent_02	1	0.3	16	4.2	141	37.4	105	27.9	114	30.2
LFBent_03	0	0.0	2	0.5	104	27.6	157	41.6	114	30.2
LFBent_04	1	0.3	4	1.1	118	31.3	140	37.1	114	30.2

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 377

Skalenkennwerte

Variable	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r_{it}</i>
LFBent_01	3.34	0.57	0.81
LFBent_02	3.33	0.61	0.80
LFBent_03	3.59	0.51	0.81
LFBent_04	3.51	0.55	0.76

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
LFBent_u	263	3.44	0.46	3.33	3.59	0.84

Fachenthusiasmus**Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten**

Variable	1		2		3		4		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
LFBent_05	16	4.2	98	26.0	98	26.0	51	13.5	114	30.2
LFBent_06	2	0.5	17	4.5	149	39.5	95	25.2	114	30.2
LFBent_07	0	0.0	13	3.4	133	35.3	117	31.0	114	30.2
LFBent_08	0	0.0	6	1.6	121	32.1	136	36.1	114	30.2

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 377

Skalenkennwerte

Variable	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r_{it}</i>
LFBent_05	2.70	0.85	0.81
LFBent_06	3.28	0.62	0.72
LFBent_07	3.40	0.58	0.71
LFBent_08	3.49	0.55	0.73

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
LFBent_fach	263	3.22	0.52	2.70	3.49	0.79

1.15 Einschätzung Motivationsniveau

Diese Skalen erfassen die Einschätzung der Lehrkräfte hinsichtlich des motivational-affektiven Erlebens ihrer Schüler*innen im Fachunterricht – differenziert nach Mathematik und Naturwissenschaften. Sie spiegeln die Einschätzung zentraler motivationaler Merkmale wie Freude, Interesse und instrumentelle Motivation auf der Grundlage etablierter PISA-Skalen wider. Ziel ist es, die diagnostische Kompetenz der Lehrkräfte abzubilden – also deren Fähigkeit, das Erleben ihrer Schüler*innen realitätsnah einzuschätzen.

1.15.1 Subjektive Einschätzung Motivationsniveau der Mathematikklasse

Datenquelle	Angelehnt an PISA Schüler*innenfragebogen 2022; Skala ST827 (Müller et al., 2025)
Anmerkung	Die diagnostische Kompetenz der Lehrkraft wird durch den Abgleich der Einschätzung der Lehrkraft vs. Schüler*innenperspektive aus dem PISA 2022 Schüler*innenfragebogen (ST827) ermittelt; nur für Mathematiklehrkräfte von PISA-Klassen. Diagnostische Kompetenz – Freude und Interesse an Mathematik (Items 01, 03, 04, 06) Diagnostische Kompetenz – Instrumentelle Motivation Mathematik (Items 02, 05, 07, 08)
Items	8
Fach	Mathematik
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = stimme überhaupt nicht zu 2 = stimme eher nicht zu 3 = stimme eher zu 4 = stimme völlig zu

Variable	Text
LFBdiakomp_mot_ma	Wie sehr stimmen Sie den Aussagen in Bezug auf Ihre PISA-Klasse in Ihrem Mathematikunterricht zu? (Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen anklicken.) Meine Schülerinnen und Schüler...
LFBdiakomp_mot_ma_01	...mögen Bücher über Mathematik.
LFBdiakomp_mot_ma_02	...geben sich in Mathematik Mühe, weil es ihnen in ihrem späteren Job weiterhelfen wird.
LFBdiakomp_mot_ma_03	...freuen sich auf ihre Mathematikstunden.
LFBdiakomp_mot_ma_04	...machen Mathematik, weil es ihnen Spaß macht.
LFBdiakomp_mot_ma_05	...denken, dass es sich lohnt, Mathematik zu lernen, weil es ihre Berufs- und Karriereaussichten verbessert.
LFBdiakomp_mot_ma_06	...interessiert das, was sie in Mathematik lernen.
LFBdiakomp_mot_ma_07	...empfinden Mathematik als wichtiges Fach, weil sie es für ihr späteres Studium brauchen.
LFBdiakomp_mot_ma_08	...haben das Gefühl, viele Dinge in Mathematik lernen, die ihnen dabei helfen werden, einen Job zu bekommen.

Diagnostische Kompetenz – Freude und Interesse an Mathematik**Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten**

Variable	1		2		3		4		NA	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
LFBdiakomp_mot_ma_01	32	29.9	44	41.1	0	0.0	0	0.0	31	29.0
LFBdiakomp_mot_ma_03	3	2.8	35	32.7	38	35.5	0	0.0	31	29.0
LFBdiakomp_mot_ma_04	12	11.2	45	42.1	18	16.8	1	0.9	31	29.0
LFBdiakomp_mot_ma_06	7	6.5	49	45.8	19	17.8	1	0.9	31	29.0

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 107

Skalenkennwerte

Variable	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r_{it}</i>
LFBdiakomp_mot_ma_01	1.58	0.50	0.65
LFBdiakomp_mot_ma_03	2.46	0.58	0.58
LFBdiakomp_mot_ma_04	2.11	0.67	0.53
LFBdiakomp_mot_ma_06	2.18	0.61	0.55

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
LFBdia-komp_mot_ma_freue	76	2.08	0.59	1.58	2.46	0.65

Diagnostische Kompetenz – Instrumentelle Motivation Mathematik**Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten**

Variable	1		2		3		4		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>N</i>	%
LFBdiakomp_mot_ma_02	10	9.3	36	33.6	28	26.2	2	1.9	31	29.0
LFBdiakomp_mot_ma_05	7	6.5	17	15.9	42	39.3	10	9.3	31	29.0
LFBdiakomp_mot_ma_07	17	15.9	22	20.6	34	31.8	3	2.8	31	29.0
LFBdiakomp_mot_ma_08	10	9.3	36	33.6	26	24.3	4	3.7	31	29.0

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 107

Skalenkennwerte

Variable	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r_{it}</i>
LFBdiakomp_mot_ma_02	2.29	0.73	0.81
LFBdiakomp_mot_ma_05	2.72	0.81	0.79
LFBdiakomp_mot_ma_07	2.30	0.86	0.81
LFBdiakomp_mot_ma_08	2.32	0.77	0.80

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
LFBdiakomp_mot_ma_insmot	76	2.41	0.79	2.29	2.72	0.84

1.15.2 Subjektive Einschätzung Motivationsniveau der Naturwissenschaftsklasse

Datenquelle	Angelehnt an PISA Schüler*innenfragebogen 2015; Skala ST094 (Mang et al., 2019)
Anmerkung	Die diagnostische Kompetenz der Lehrkraft wird durch den Abgleich der Einschätzung der Lehrkraft vs. Schüler*innen-perspektive aus dem PISA 2022 Schüler*innenfragebogen (ST094, nationale Ergänzung) ermittelt; nur für Naturwissenschaftslehrkräfte von PISA-Klassen. Diagnostische Kompetenz – Freude und Interesse an Naturwissenschaften (Items 01, 02, 03, 04, 05)

	Diagnostische Kompetenz – Instrumentelle Motivation Naturwissenschaften (Items 06, 07, 08, 09)
Items	9
Fach	Naturwissenschaften
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = stimme überhaupt nicht zu 2 = stimme eher nicht zu 3 = stimme eher zu 4 = stimme völlig zu

Variable	Text
LFBdiakomp_mot_nawi	Wie sehr stimmen Sie den Aussagen in Bezug auf Ihre PISA-Klasse in Ihrem Naturwissenschaftsunterricht zu? <i>(Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen anklicken. Bitte denken Sie dabei an das Fach, für das Sie die typischen Unterrichtssituationen eingeschätzt haben.)</i> Meine Schülerinnen und Schüler...
LFBdiakomp_mot_nawi_01	...haben im Allgemeinen Spaß daran, sich mit naturwissenschaftlichen Themen zu beschäftigen.
LFBdiakomp_mot_nawi_02	...lesen gerne etwas über Naturwissenschaften.
LFBdiakomp_mot_nawi_03	...beschäftigen sich gerne mit naturwissenschaftlichen Problemen.
LFBdiakomp_mot_nawi_04	...eignen sich gerne neues Wissen in den Naturwissenschaften an.
LFBdiakomp_mot_nawi_05	...sind interessiert, Neues in den Naturwissenschaften zu lernen.
LFBdiakomp_mot_nawi_06	...denken, dass es sich auszahlt, sich in den Naturwissenschaften anzustrengen, da es ihnen bei der Arbeit, die sie später machen möchten, helfen wird.
LFBdiakomp_mot_nawi_07	...denken, dass das in den Naturwissenschaften Gelernte für das wichtig ist, was sie später machen wollen.
LFBdiakomp_mot_nawi_08	...denken, dass das in den Naturwissenschaften Gelernte ihre beruflichen Aussichten verbessert.
LFBdiakomp_mot_nawi_09	...denken, dass viele Dinge, die sie in den Naturwissenschaften lernen, ihnen helfen werden, einen Job zu bekommen.

Diagnostische Kompetenz – Freude und Interesse an Naturwissenschaften

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		4		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
LFBdiakomp_mot_nawi_01	2	1.9	25	23.8	48	45.7	3	2.9	27	25.7
LFBdiakomp_mot_nawi_02	13	12.4	50	47.6	13	12.4	2	1.9	27	25.7
LFBdiakomp_mot_nawi_03	8	7.6	35	33.3	32	30.5	3	2.9	27	25.7
LFBdiakomp_mot_nawi_04	9	8.6	32	30.5	35	33.3	2	1.9	27	25.7
LFBdiakomp_mot_nawi_05	7	6.7	17	16.2	51	48.6	3	2.9	27	25.7

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 105

Skalenkennwerte

Variable	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r_{it}</i>
LFBdiakomp_mot_nawi_01	2.67	0.60	0.89
LFBdiakomp_mot_nawi_02	2.05	0.66	0.90
LFBdiakomp_mot_nawi_03	2.38	0.73	0.86
LFBdiakomp_mot_nawi_04	2.38	0.73	0.86
LFBdiakomp_mot_nawi_05	2.64	0.70	0.86

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
LFBdia-komp_mot_nawi_freue	78	2.43	0.68	2.05	2.67	0.90

Diagnostische Kompetenz – Instrumentelle Motivation Naturwissenschaften

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		4		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
LFBdiakomp_mot_nawi_06	12	11.4	38	36.2	27	25.7	1	1.0	27	25.7
LFBdiakomp_mot_nawi_07	11	10.5	43	41.0	23	21.9	1	1.0	27	25.7
LFBdiakomp_mot_nawi_08	10	9.5	44	41.9	23	21.9	1	1.0	27	25.7
LFBdiakomp_mot_nawi_09	10	9.5	52	49.5	14	13.3	2	1.9	27	25.7

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 105

Skalenkennwerte

Variable	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r_{it}</i>
LFBdiakomp_mot_nawi_06	2.22	0.71	0.88
LFBdiakomp_mot_nawi_07	2.18	0.68	0.86
LFBdiakomp_mot_nawi_08	2.19	0.67	0.87
LFBdiakomp_mot_nawi_09	2.10	0.64	0.86

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
LFBdiakomp_mot_nawi_insmot	78	2.17	0.67	2.10	2.22	0.90

1.16 Disziplin im Klassenzimmer

Datenquelle	Angelehnt an PISA Lehrkräftefragebogen 2022; Skala TC170 (Müller et al., 2025)
Anmerkung	Diese Skala basiert auf dem internationalen PISA-Lehrkräftefragebogen 2022 und wurde ergänzend nur für Naturwissenschaftslehrkräfte in PISA-Ceco aufgenommen, da entsprechende Informationen für Mathematiklehrkräfte bereits im internationalen Fragebogen erhoben wurden. Ziel war es, vergleichbare Einschätzungen auch für den Naturwissenschaftsunterricht zu erfassen.
Items	7
Fach	Naturwissenschaften
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = nie oder fast nie 2 = in einigen Stunden 3 = in den meisten Stunden 4 = in jeder Stunde

Variable	Text
LFBcm_nawi	Wie häufig kommt in Ihrem Unterricht in der 9. Jahrgangsstufe Folgendes vor? <i>(Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen anklicken. Falls Sie nicht in der 9. Jahrgangsstufe unterrichten, beantworten Sie bitte die Frage für die 10. Jahrgangsstufe. Bitte denken Sie dabei an das Fach, für das Sie die typischen Unterrichtssituationen eingeschätzt haben.)</i>
LFBcm_nawi_01	Viele Schülerinnen und Schüler hören nicht zu.
LFBcm_nawi_02	Es gibt Lärm und Unordnung.
LFBcm_nawi_03	Ich muss lange warten, bis die Schülerinnen und Schüler ruhig werden.
LFBcm_nawi_04	Die Schülerinnen und Schüler können nicht gut arbeiten.
LFBcm_nawi_05	Schülerinnen und Schüler beginnen erst lange Zeit, nachdem die Stunde begonnen hat, zu arbeiten.
LFBcm_nawi_06	Die Schülerinnen und Schüler werden durch die Verwendung digitaler Medien abgelenkt (z. B. Smartphones, Webseiten, Apps).
LFBcm_nawi_07	Die Schülerinnen und Schüler werden durch Mitschülerinnen und Mitschüler, welche digitale Medien nutzen, abgelenkt (z. B. Smartphones, Websites, Apps).

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		4		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
LFBcm_nawi_01	26	13.3	88	45.1	14	7.2	10	5.1	57	29.2
LFBcm_nawi_02	51	26.2	67	24.4	13	6.7	7	3.6	57	29.2
LFBcm_nawi_03	65	33.3	53	27.2	13	6.7	7	3.6	57	29.2
LFBcm_nawi_04	43	22.1	74	37.9	16	8.2	5	2.6	57	29.2
LFBcm_nawi_05	61	31.3	57	29.2	13	6.7	6	3.1	58	29.7
LFBcm_nawi_06	53	27.2	62	31.8	12	6.2	10	5.1	58	29.7
LFBcm_nawi_07	54	27.7	67	34.4	8	4.1	8	4.1	58	29.7

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 195

Skalenkennwerte

Variable	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r_{it}</i>
LFBcm_nawi_01	2.06	0.76	0.86
LFBcm_nawi_02	1.83	0.80	0.85
LFBcm_nawi_03	1.72	0.84	0.85
LFBcm_nawi_04	1.88	0.75	0.86
LFBcm_nawi_05	1.74	0.81	0.85
LFBcm_nawi_06	1.85	0.87	0.87
LFBcm_nawi_07	1.78	0.80	0.87

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
LFBcm_nawi	137	1.84	0.80	1.73	2.05	0.88

1.17 Konstruktive Unterstützung im Naturwissenschaftsunterricht Feedback

Datenquelle

Angelehnt an PISA Lehrkräftefragebogen 2022;
Skala TC803 (Müller et al., 2025)

Anmerkung

Diese Skala basiert auf dem internationalen PISA-Lehrkräftefragebogen 2022 und wurde ergänzend nur für Naturwissenschaftslehrkräfte in PISA-Ceco aufgenommen, da entsprechende Informationen für Mathematiklehrkräfte bereits im internationalen Fragebogen erhoben wurden. Ziel war es, vergleichbare Einschätzungen auch für den Naturwissenschaftsunterricht zu erfassen.

Items

4

Fach

Naturwissenschaften

Antwortformat

Ratingskala / Einfachantwort

Kategorien

1 = nie oder fast nie
 2 = etwa ein- oder zweimal pro Jahr
 3 = etwa ein- oder zweimal pro Monat
 4 = etwa ein- oder zweimal pro Woche
 5 = in jeder oder fast jeder Stunde

Variable	Text
LFBkunt_nawi	Wie häufig haben Sie im laufenden Schuljahr in der 9. Jahrgangsstufe die folgenden Dinge gemacht? (Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen anklicken. Falls Sie nicht in der 9. Jahrgangsstufe unterrichten, beantworten Sie bitte die Frage für die 10. Jahrgangsstufe. Bitte denken Sie dabei an das Fach, für das Sie die typischen Unterrichtssituationen eingeschätzt haben.)
LFBkunt_nawi_01	Ich gab meinen Schülerinnen und Schülern konkrete Vorschläge zur Verbesserung ihrer Aufgaben.
LFBkunt_nawi_02	Ich sagte meinen Schülerinnen und Schülern, in welchen Bereichen des Faches ihre größten Schwächen liegen.
LFBkunt_nawi_03	Ich sagte meinen Schülerinnen und Schülern, wie ihre Leistungen im Fach sind.
LFBkunt_nawi_04	Ich sagte meinen Schülerinnen und Schülern, was ihre Stärken im Fach sind.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		4		5		NA	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
LFBkunt_nawi_01	3	1.5	16	8.2	60	30.8	32	16.4	26	13.3	58	29.7
LFBkunt_nawi_02	9	4.6	50	25.6	65	33.3	9	4.6	4	2.1	58	29.7
LFBkunt_nawi_03	0	0.0	39	20.0	85	43.6	8	4.1	5	2.6	58	29.7
LFBkunt_nawi_04	10	5.1	36	18.5	69	35.4	15	7.7	7	3.6	58	29.7

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 195

Skalenkennwerte

Variable	M	SD	r_{it}
LFBkunt_nawi_01	3.45	1.00	0.63
LFBkunt_nawi_02	2.63	0.82	0.59
LFBkunt_nawi_03	2.85	0.69	0.52
LFBkunt_nawi_04	2.80	0.91	0.65

Skala	N	M	SD	Min	Max	Cronbachs α
LFB-kunt_nawi	137	2.82	0.82	2.50	3.01	0.67

1.18 Einschätzung des Leistungsniveaus der Schüler*innen in Naturwissenschaften

Datenquelle	Angelehnt an PISA Lehrkräftefragebogen 2022; Skala TC231 (Müller et al., 2025)
Anmerkung	Diese Skala basiert auf dem internationalen PISA-Lehrkräftefragebogen 2022 und wurde ergänzend nur für Naturwissenschaftslehrkräfte in PISA-Ceco aufgenommen, da entsprechende Informationen für Mathematiklehrkräfte bereits im internationalen Fragebogen erhoben wurden. Ziel war es, vergleichbare Einschätzungen auch für den Naturwissenschaftsunterricht zu erfassen. Die Skala dient der Einschätzung des wahrgenommenen durchschnittlichen Leistungsniveaus der Klasse durch die Lehrkraft und ergänzt die datenbasierte Erfassung individueller Schüler*innenleistungen aus dem PISA-Kompetenztest. Ziel ist es, diagnostische Fähigkeiten auf Klassenebene zu erfassen und mit der Schüler*innenperspektive abzugleichen.
Items	1
Fach	Naturwissenschaften
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = überwiegend leistungsstarke SuS 2 = überwiegend durchschnittliche SuS 3 = überwiegend leistungsschwache SuS 4 = etwa gleiche Anteile

Variable	Text
LFBdiakomp_lei_nawi	Welche der folgenden Aussagen beschreibt am besten das Leistungsniveau Ihrer PISA-Klasse? (<i>Bitten denken Sie dabei an das Fach, für das Sie die typischen Unterrichtssituationen eingeschätzt haben.</i>)

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		4		NA	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
LFBdiakomp_lei_nawi	4	3.8	35	33.3	22	21.0	17	16.2	27	25.7

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 105

Skalenkennwerte

Skala	N	M	SD
LFBdiakomp_lei_nawi	78	2.67	0.88

1.19 Strukturiertheit im Naturwissenschaftsunterricht

Datenquelle	Angelehnt an PISA Lehrkräftefragebogen 2022; Skala TC802 (Müller et al., 2025)
Anmerkung	Diese Skala basiert auf dem internationalen PISA-Lehrkräftefragebogen 2022 und wurde ergänzend nur für Naturwissenschaftslehrkräfte in PISA-Ceco aufgenommen, da entsprechende Informationen für Mathematiklehrkräfte bereits im internationalen Fragebogen erhoben wurden. Ziel war es, vergleichbare Einschätzungen auch für den Naturwissenschaftsunterricht zu erfassen.
Items	3
Fach	Naturwissenschaften
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = nie 2 = selten 3 = manchmal 4 = häufig

Variable	Text
LFBstr_nawi	Wie häufig haben Sie im laufenden Schuljahr in der 9. Jahrgangsstufe die folgenden Dinge gemacht? (Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen anklicken. Falls Sie nicht in der 9. Jahrgangsstufe unterrichten, beantworten Sie bitte die Frage für die 10. Jahrgangsstufe. Bitte denken Sie dabei an das Fach, für das Sie die typischen Unterrichtssituationen eingeschätzt haben.)
LFBstr_nawi_01	Ich fragte Schülerinnen und Schüler, wie neue und alten Themen zusammenhängen.
LFBstr_nawi_02	Ich fasste das Gelernte am Ende der Stunde zusammen.
LFBstr_nawi_03	Ich erläuterte zu Beginn des Unterrichts die Lernziele.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		4		NA	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
LFBstr_nawi_01	5	2.6	13	6.7	53	27.2	67	34.4	57	29.2
LFBstr_nawi_02	1	0.5	11	5.6	40	20.5	86	44.1	57	29.2
LFBstr_nawi_03	4	2.1	20	10.3	48	24.6	66	33.8	57	29.2

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 195

Skalenkennwerte

Variable	M	SD	r_{it}
LFBstr_nawi_01	3.32	0.79	0.44
LFBstr_nawi_02	3.53	0.68	-0.03
LFBstr_nawi_03	3.28	0.82	0.39

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
LFBstr_nawi	138	3.37	0.76	3.28	3.53	0.37

Anmerkung: Die interne Konsistenz der Skala fällt mit Cronbachs Alpha = 0.37 gering aus. Auch alternative Itemkombinationen (nur Items 1 & 3: α = -0.03; nur Items 1 & 2: α = 0.39; nur Items 2 & 3: α = 0.44) führten nicht zu einer zufriedenstellenden Reliabilität. Ein negativer Alpha-Wert beim Weglassen eines Items deutet auf eine geringe inhaltliche Homogenität hin.

1.20 Selbstwirksamkeitserwartungen von Naturwissenschaftslehrkräften

Datenquelle	PISA Lehrkräftefragebogen 2015; Skala TC033 (Mang et al., 2019)
Anmerkung	Diese Skala basiert auf dem internationalen PISA-Lehrkräftefragebogen 2022 und wurde ergänzend nur für Naturwissenschaftslehrkräfte in den nationalen Zusatzfragebogen aufgenommen, da entsprechende Informationen für Mathematiklehrkräfte bereits im internationalen Fragebogen erhoben wurden. Ziel war es, vergleichbare Einschätzungen auch für den Naturwissenschaftsunterricht zu erfassen.
Items	4
Fach	Naturwissenschaften
Antwortformat	Ratingskala
Kategorien	1 = überhaupt nicht 2 = geringfügig 3 = teilweise 4 = zu großen Teilen

Variable	Text
LFBswe_nawi	Inwiefern sind Sie in der Lage, in der 9. Jahrgangsstufe Folgendes zu tun? (Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen anklicken. Falls Sie nicht in der 9. Jahrgangsstufe unterrichten, beantworten Sie bitte die Frage für die 10. Jahrgangsstufe. Bitten denken Sie dabei an das Fach, für das Sie die typischen Unterrichtssituationen eingeschätzt haben.)
LFBswe_nawi_01	Experimente und praktische Übungen für forschungsorientiertes Lernen gestalten.
LFBswe_nawi_02	Sowohl den schwächsten als auch den stärksten Schülerinnen und Schülern jeweils auf sie zugeschnittene Aufgaben stellen.
LFBswe_nawi_03	Eine Vielzahl von Beurteilungsstrategien anwenden.
LFBswe_nawi_04	Eine Diskussion unter Schülerinnen und Schülern zur Interpretation von Versuchsergebnissen anregen.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		4		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
LFBswe_nawi_01	4	2.1	29	14.9	58	29.7	46	23.6	58	29.7
LFBswe_nawi_02	16	8.2	52	26.7	54	27.7	15	7.7	58	29.7
LFBswe_nawi_03	9	4.6	48	24.6	58	29.7	22	11.3	58	29.7
LFBswe_nawi_04	6	3.1	22	11.3	69	35.4	40	20.5	58	29.7

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 195

Skalenkennwerte

Variable	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r_{it}</i>
LFBswe_nawi_01	3.07	0.82	0.63
LFBswe_nawi_02	2.50	0.84	0.59
LFBswe_nawi_03	2.68	0.82	0.52
LFBswe_nawi_04	3.04	0.79	0.65

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
LFBswe_nawi	137	2.82	0.82	2.50	3.01	0.67

2. Fragebogen für Lehrkräfte vor der Unterrichtsstunde

2.1 Verfolgung mehrdimensionaler Bildungsziele

Datenquelle	Eigenentwicklung
Items	1
Fach	übergreifend
Antwortformat	Offen (Kategorien wurden dahingehend kodiert, inwieweit ein kognitives, ein fachübergreifend non-kognitives und / oder ein fachspezifisch non-kognitives Bildungsziel formuliert wurde.)
Kategorien	0 = Merkmal nicht vorhanden 1 = Merkmal vorhanden

Variable	Text
Bildungsziel	Was wollen Sie in der kommenden Unterrichtsstunde erreichen? (Bitte nennen Sie stichpunktartig alle Bildungsziele, die Sie erreichen wollen.)

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Bildungsziel_vorhanden	11	9.5	104	89.7	1	0.9
kognitiv	14	12.1	101	87.1	1	0.9
fachübergreifend_non_kognitiv	90	77.6	25	21.6	1	0.9
fachspezifisch_non_kognitiv	105	90.5	10	8.6	1	0.9

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 116

2.2 Thema der Unterrichtsstunde

Datenquelle	Eigenentwicklung
Anmerkung	Das Thema der Unterrichtsstunde entspricht der inhaltlichen Ausrichtung der Unterrichtsmaterialien. Der Inhalt bzw. die Leitidee wird für die Unterrichtsaufgaben mithilfe von Aufgabenanalysen erfasst.
Items	1
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort & Offene Antwort
Kategorien	0 = nicht angekreuzt 1 = angekreuzt

Variable	Text
Ch_UThema	Welches Thema steht in der kommenden Unterrichtsstunde vornehmlich im Mittelpunkt? (Bitte kreuzen Sie die betreffenden Leitideen aus den Bildungsstandards an und ergänzen Sie das spezifische Thema der kommenden Unterrichtsstunde.)
Mathematik:	
Ch_Uthema_Zahl_1	Zahl
Ch_Uthema_Messen_1	Messen
Ch_Uthema_Raum_1	Raum und Form
Ch_Uthema_FZ_1	Funktionaler Zusammenhang
Ch_Uthema_Daten_1	Daten und Zufall
Physik:	
Ch_Uthema_Materie_1	Materie
Ch_Uthema>Wechsel_1	Wechselwirkung
Ch_Uthema_System_P_1	System
Ch_Uthema_Energie_1	Energie
Chemie:	
Ch_Uthema_STB_1	Stoff-Teilchen-Beziehung
Ch_Uthema_SEB_1	Struktur-Eigenschaftsbeziehung
Ch_Uthema_CR_1	Chemische Reaktion
Ch_Uthema_EB_1	Energetische Betrachtung bei Stoffumwandlungen
Biologie:	
Ch_Uthema_System_B_1	System
Ch_Uthema_ST_1	Struktur und Funktion
Ch_Uthema_Entw_1	Entwicklung

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%

Mathematik

Ch_Uthema_Zahl_1	99	85.3	17	14.7	0	0.0
Ch_Uthema_Messen_1	114	98.3	2	1.7	0	0.0
Ch_Uthema_Raum_1	94	81.0	22	19.0	0	0.0
Ch_Uthema_FZ_1	94	81.0	22	19.0	0	0.0
Ch_Uthema_Daten_1	110	94.8	6	5.2	0	0.0

Physik

Ch_Uthema_Materie_1	110	94.8	6	5.2	0	0.0
Ch_Uthema>Wechsel_1	108	93.1	8	6.9	0	0.0
Ch_Uthema_System_P_1	108	93.1	8	6.9	0	0.0
Ch_Uthema_Energie_1	101	87.1	15	12.9	0	0.0

Chemie

Ch_Uthema_STB_1	104	89.7	12	10.3	0	0.0
Ch_Uthema_SEB_1	108	93.1	8	6.9	0	0.0
Ch_Uthema_CR_1	104	89.7	12	10.3	0	0.0
Ch_Uthema_EB_1	111	95.7	5	4.3	0	0.0

Biologie

Ch_Uthema_System_B_1	114	98.3	2	1.7	0	0.0
Ch_Uthema_ST_1	110	94.8	6	5.2	0	0.0
Ch_Uthema_Entw_1	112	96.6	4	3.4	0	0.0

Fehlende Werte (NA) = -99, -98, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 116

2.3 Art der Unterrichtsstunde

Datenquelle	Angelehnt an Literatur zu Unterrichtsphasen / Phasen des Lernens (z. B. Meyer, 2014; Pfeiffer, 1984)
Items	1
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = Einführungsstunde 2 = Übungs- / Wiederholungsstunde 3 = Erweiterungs- / Vertiefungsstunde

Variable	Text
Ch_Utyp	Die kommende Unterrichtsstunde ist vorwiegend eine...? (Bitte nur ein Kästchen ankreuzen.)

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		NA	
	n	%	n	%	n	%	n	%
Ch_Utyp	46	39.7	18	15.5	47	40.5	5	4.3

Fehlende Werte (NA) = -99, -98, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 116

2.4 Einsatz und Art von Experiment

Datenquelle	Eigenentwicklung
Items	1
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala / Mehrfachantwort
Kategorien	1 = Es wird kein Experiment eingesetzt. 2 = Dokumentiertes Experiment (Umgang mit bzw. Auswertung eines in der Aufgabenstellung dokumentierten Experiments) 3 = Gedankenexperiment (Gedankliche Entwicklung eines Experiments in mündlicher oder schriftlicher Form) 4 = Demonstrationsexperiment (Vorführung des Experiments erfolgt durch Sie und die Beschreibung / Auswertung durch Ihre Schülerinnen und Schüler) 5 = Experimentdurchführung (Ihre Schülerinnen und Schüler führen das Experiment mithilfe einer Anleitung selbst durch) 6 = Schülerexperiment (Ihre Schülerinnen und Schüler entwickeln selbst ein Experiment und führen es anschließend selbst durch)

Variable	Text
Check_Exp	Welche der folgenden Arten von Experimenten werden in der kommenden Unterrichtsstunde eingesetzt? <i>(Bitte nur ein Kästchen ankreuzen.)</i>

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		4		5		6		NA	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Check_Exp	73	62.9	3	2.6	9	7.8	9	7.8	12	10.3	1	0.9	9	7.8

Fehlende Werte (NA) = -99, -98, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 116

2.5 Geschlechterverteilung der Lerngruppe

Datenquelle	Eigenentwicklung
Items	1
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala / Mehrfachantwort
Kategorien	/

Variable	Text
Ch_gen	Wie setzt sich die Lerngruppe der kommenden Unterrichtsstunde in Bezug auf ihr Geschlecht zusammen? (Bitte ergänzen Sie in jeder Zeile die entsprechende Anzahl.)
Ch_gen_1	Mädchen
Ch_gen_2	Jungen
Ch_gen_3	Divers

Skalenkennwerte

Variable			M	SD	NA	
	Min	Max			n	%
Ch_gen_1	5	23	12.48	4.33	5	4.3
Ch_gen_2	3	20	11.48	3.41	6	5.2
Ch_gen_3	0	28	3.33	8.27	95	81.9

Fehlende Werte (NA) = -99, -98, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 116

3. Fragebogen für Lehrkräfte nach der Unterrichtsstunde

3.1 Motivationsrelevantes Befinden in Bezug auf die vergangene Unterrichtsstunde

Datenquelle	Kurzskalen zur Erfassung der positiven Aktivierung, negativen Aktivierung und Valenz in Experience Sampling Studien; Skala PANA-VA-KS (Schallberger, 2005)
Anmerkung	Erfassung des situativen Befindens der Lehrkraft nach der Unterrichtsstunde auf drei Dimensionen: positive Aktivierung, negative Aktivierung und Valenz. Die Skala basiert auf dem PANA-VA-Modell (Schallberger, 2005) und wurde für den Einsatz im schulischen Kontext sprachlich angepasst. Bipolare Items wurden auf einer Sieben-Punkte-Skala kodiert, wobei die Polung gemäß der Skalenrichtung erfolgte (rekodierte Items sind mit „_R“ gekennzeichnet). Die Schüler*innen haben ebenfalls nach der Unterrichtsstunde die identischen Items beantwortet (vgl. 4.1).
Items	10
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = sehr unzufrieden, energielos etc. 2 = 3 = 4 = weder noch 5 = 6 = 7 = sehr zufrieden, voller Energie etc.

Variable	Text
LFB_mot	Wie haben Sie sich <u>während der vergangenen Unterrichtsstunde</u> gefühlt? (Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen ankreuzen.)
LFB_mot_01_R	zufrieden – unzufrieden (rekodiert)
LFB_mot_02_R	voller Energie – energielos (rekodiert)
LFB_mot_03	gestresst – entspannt
LFB_mot_04	müde – hellwach
LFB_mot_05_R	friedlich – verärgert (rekodiert)
LFB_mot_06	unglücklich – glücklich
LFB_mot_07	lustlos – hoch motiviert
LFB_mot_08_R	ruhig – nervös (rekodiert)
LFB_mot_09_R	begeistert – gelangweilt (rekodiert)
LFB_mot_10	besorgt – sorgenfrei

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		4		5		6		7		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
LFB_mot_01_R	1	0.9	9	7.8	7	6.1	11	9.6	17	14.8	52	45.2	18	15.7	0	0.0
LFB_mot_02_R	0	0.0	1	0.9	7	6.1	8	7.0	22	19.1	51	44.3	26	22.6	0	0.0
LFB_mot_03	0	0.0	5	4.3	15	13.0	23	20.0	15	13.0	40	34.8	16	13.9	1	0.9
LFB_mot_04	2	1.7	6	5.2	9	7.8	24	20.9	17	14.8	34	29.6	22	19.1	1	0.9
LFB_mot_05_R	6	5.2	3	2.6	9	7.8	9	7.8	12	10.4	35	30.4	40	34.8	1	0.9
LFB_mot_06	0	0.0	4	3.5	4	3.5	21	18.3	21	18.3	42	36.5	22	19.1	1	0.9
LFB_mot_07	0	0.0	1	0.9	1	0.9	5	4.3	29	25.2	53	46.1	25	21.7	1	0.9
LFB_mot_08_R	0	0.0	5	4.3	12	10.4	19	16.5	15	13.0	39	33.9	25	21.7	0	0.0
LFB_mot_09_R	0	0.0	1	0.9	5	4.3	17	14.8	37	32.2	40	34.8	14	12.2	1	0.9
LFB_mot_10	1	0.9	5	4.3	7	6.1	31	27.0	17	14.8	28	24.3	25	21.7	1	0.9

Fehlende Werte (NA) = -99, -98, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 115

Skalenkennwerte

Variable	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r_{it}</i>
LFB_mot_01_R	5.28	1.48	0.80
LFB_mot_02_R	5.68	1.14	0.81
LFB_mot_03	5.04	1.43	0.80
LFB_mot_04	5.09	1.54	0.83
LFB_mot_05_R	5.48	1.73	0.80
LFB_mot_06	5.39	1.28	0.79
LFB_mot_07	5.82	0.92	0.81
LFB_mot_08_R	5.27	1.46	0.83
LFB_mot_09_R	5.33	1.07	0.81
LFB_mot_10	5.12	1.48	0.80

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
LFB_mot	114	5.35	0.86	5.04	5.82	0.82

3.2 Subjektive Einschätzung der Kompetenz „motiviertes Lernen fördern“

Datenquelle	Angelehnt an Skalenhandbuch FoSS (Förderung von Selbstwirksamkeit und Selbstbestimmung im Unterricht); Skala SWML (Jerusalem et al., 2009)
Anmerkung	Instruktion und Items wurden situativ angepasst.
Items	6
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = trifft nicht zu 2 = trifft eher nicht zu 3 = trifft eher zu 4 = trifft zu

Variable	Text
LFB_motlern	Inwieweit war Ihnen im Rahmen der <u>vergangenen Unterrichtsstunde</u> Folgendes möglich? Mir gelang es... (Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen ankreuzen.)
LFB_motlern_01	..., dass sich unmotivierte Schülerinnen und Schüler für meinen Unterricht interessieren.
LFB_motlern_02	..., auch bei den schwächeren Schülerinnen und Schülern Interesse für meinen Unterricht zu wecken.
LFB_motlern_03	..., alle Schülerinnen und Schüler zur Mitarbeit zu bewegen, selbst wenn der Stoff abstrakt und schwierig war.
LFB_motlern_04	..., dass auch schwache Schülerinnen und Schüler nach einem Misserfolg zur Weiterarbeit bereit waren.
LFB_motlern_05	..., den Unterricht so zu gestalten, dass schwächere Schülerinnen und Schüler nicht resignierten und stärkere Schülerinnen sich nicht langweilten.
LFB_motlern_06	..., dass sich alle Schülerinnen und Schüler einer Klasse konstruktiv in den Unterricht einbrachten.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		4		NA	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
LFB_motlern_01	5	4.3	27	23.5	70	60.9	13	11.3	0	0.0
LFB_motlern_02	1	0.9	26	22.6	76	66.1	12	10.4	0	0.0
LFB_motlern_03	3	2.6	23	20.0	75	65.2	13	11.3	1	0.9
LFB_motlern_04	2	1.7	15	13.0	71	61.7	23	20.0	4	3.5
LFB_motlern_05	0	0.0	22	19.1	70	60.9	22	19.1	1	0.9
LFB_motlern_06	4	3.5	33	28.7	58	50.4	18	15.7	2	1.7

Fehlende Werte (NA) = -99, -98, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 115

Skalenkennwerte

Variable	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r_{it}</i>
LFB_motlern_01	2.79	0.70	0.80
LFB_motlern_02	2.86	0.59	0.80
LFB_motlern_03	2.86	0.64	0.82
LFB_motlern_04	3.04	0.65	0.82
LFB_motlern_05	3.00	0.62	0.82
LFB_motlern_06	2.80	0.75	0.82

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
LFB_motlern	108	2.89	0.49	2.79	3.06	0.84

3.3 Kognitive Aktivierung

Diese Skalen erfassen, inwieweit Lehrkräfte im Unterricht Maßnahmen zur kognitiven Aktivierung einsetzen – differenziert nach Mathematik und Naturwissenschaften. Entsprechend bezieht sich die Skala für Mathematik auf den Einsatz von Aufgaben, die Skala für Naturwissenschaften auf das forschend-entdeckende Lernen. Lehrkräfte bewerteten ihren eigenen Unterricht retrospektiv, während die Schüler*innen dasselbe Itemset im Anschluss an die jeweilige Unterrichtsstunde aus ihrer Perspektive beantworteten (vgl. 4.3.1 und 4.3.2).

3.3.1 Kognitive Aktivierung in der Mathematikstunde

Datenquelle	Angelehnt an TALIS Lehrkräftefragebogen 2018; Skala Nr. 42 (OECD, 2018)
Anmerkung	Instruktion, Items und Kategorien wurden situativ angepasst.
Items	4
Fach	Mathematik
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = trifft nicht zu 2 = trifft eher nicht zu 3 = trifft eher zu 4 = trifft zu

Variable	Text
LFB_kogAkt	Inwieweit treffen folgende Aussagen auf Ihre <u>vergangene Unterrichtsstunde</u> zu? (Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen ankreuzen.)
LFB_kogAkt_01	Ich stellte Aufgaben, für die es keine offensichtliche Lösung gibt.
LFB_kogAkt_02	Ich stellte Aufgaben, für die die Schülerinnen und Schüler das Gelernte in neuen Zusammenhängen anwenden mussten.
LFB_kogAkt_03	Ich stellte Aufgaben, bei denen die Schülerinnen und Schüler kritisch denken mussten.
LFB_kogAkt_04	Ich forderte die Schülerinnen und Schüler auf, selbst zu entscheiden, wie sie schwierige Aufgaben lösen.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		4		-96		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
LFB_kogAkt_01	20	40.8	8	16.3	13	26.5	5	10.9	3	6.1	0	0.0
LFB_kogAkt_02	4	8.2	3	6.1	19	38.8	19	38.8	3	6.1	1	2.0
LFB_kogAkt_03	0	0.0	17	34.7	18	36.7	11	22.5	3	6.1	0	0.0
LFB_kogAkt_04	3	6.1	8	16.3	25	51.0	9	18.4	3	6.1	1	2.0

Fehlende Werte (NA) = -99 – -97, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 49

Anmerkung: Fälle mit dem Code -96 gelten ebenfalls als fehlend, werden jedoch separat ausgewiesen, da es sich hierbei um Vertauschungen der Testpakete handelte und die entsprechenden Items daher nicht eingeschätzt werden konnten.

Skalenkennwerte

Variable	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r_{it}</i>
LFB_kogAkt_01	2.07	1.08	0.45
LFB_kogAkt_02	3.18	0.91	0.46
LFB_kogAkt_03	2.87	0.78	0.30
LFB_kogAkt_04	2.89	0.80	0.60

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
LFB_kogAkt	44	2.75	0.91	2.09	3.18	0.54

Anmerkung: Die interne Konsistenz der Skala fällt mit Cronbachs Alpha = 0.54 gering aus. Auch alternative Itemkombinationen (nur Items 1, 2 & 3: α = 0.59; nur Items 1, 2 & 4: α = 0.30; nur Items 1, 3 & 4: α = 0.45; nur Items 2, 3 & 4: α = 0.45) führten nur in begrenztem Maße zu einer höheren Reliabilität. Mögliche Gründe können die geringe Itemanzahl sowie inhaltliche Unterschiede zwischen den Items sein, insbesondere im Hinblick auf Item 4.

3.3.2 Kognitive Aktivierung in der Naturwissenschaftsstunde (forschend-entdeckendes Lernen)

Datenquelle	Angelehnt an PISA Lehrkräftefragebogen und Schüler*innenfragebogen 2015; Skala TC037 und ST098 (Mang et al., 2019)
Anmerkung	Instruktion, Items und Kategorien wurden situativ angepasst. Bei der Interpretation der Skala gilt es zu berücksichtigen, dass in dem Fragebogen vor der Unterrichtsstunde nach der Durchführung von Experimenten gefragt wird (vgl. 2.4), 2.4 und 3.3.2 sollten bei der Auswertung in der Zusammenschau betrachtet werden.
Items	7
Fach	Naturwissenschaften
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = trifft nicht zu 2 = trifft eher nicht zu 3 = trifft eher zu 4 = trifft zu 5 = kam in der Unterrichtsstunde nicht vor

Variable	Text
LFB_fel	Inwieweit treffen folgende Aussagen auf Ihre <u>vergangene Unterrichtsstunde</u> zu? (Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen ankreuzen.)
LFB_fel_01	Meine Schülerinnen und Schüler sollten Schlüsse aus einem Experiment ziehen, das sie durchgeführt haben.
LFB_fel_02	Ich gab meinen Schülerinnen und Schülern die Gelegenheit, ihre Ideen zu erklären.
LFB_fel_03	Es fand eine Kleingruppendiskussion unter den Schülerinnen und Schülern statt.
LFB_fel_04	Es fand eine Diskussion mit der gesamten Klasse und mir selbst statt.
LFB_fel_05	Ich erklärte, wie ein im Unterricht erlerntes naturwissenschaftliches Prinzip auf eine Reihe verschiedener Phänomene angewendet werden kann (z. B. auf die Bewegung von Objekten oder auf Substanzen mit ähnlichen Eigenschaften).
LFB_fel_06	Die Schülerinnen und Schüler sollten Begründungen in ihre Schlussfolgerungen aus Experimenten miteinbeziehen.
LFB_fel_07	Die Schülerinnen und Schüler sollten naturwissenschaftliche Begründungen der anderen hinterfragen und kritisch beleuchten.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		4		5		-96		NA	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
LFB_fel_01	2	3.0	3	4.6	7	10.6	17	25.8	35	53.0	2	3.0	0	0.0
LFB_fel_02	0	0.0	8	12.1	37	56.1	11	16.7	8	12.1	2	3.0	0	0.0
LFB_fel_03	1	1.5	12	18.2	20	30.3	15	22.7	15	22.7	2	3.0	1	1.5
LFB_fel_04	3	4.6	7	10.6	24	36.4	19	28.8	11	16.7	2	3.0	0	0.0
LFB_fel_05	1	1.5	10	15.2	22	33.3	15	22.7	14	21.2	2	3.0	2	3.0
LFB_fel_06	0	0.0	6	9.1	16	24.2	13	19.7	28	42.4	2	3.0	0	0.0
LFB_fel_07	4	6.1	15	22.7	20	30.3	6	9.1	17	25.8	2	3.0	2	3.0

Fehlende Werte (NA) = -99 – -97, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 66

Anmerkung: Fälle mit dem Code -96 gelten ebenfalls als fehlend, werden jedoch separat ausgewiesen, da es sich hierbei um Vertauschungen der Testpakete handelte und die entsprechenden Items daher nicht eingeschätzt werden konnten.

Skalenkennwerte

Variable	M	SD	r_{it}
LFB_fel_01	4.25	1.04	0.57
LFB_fel_02	3.30	0.85	0.62
LFB_fel_03	3.50	1.11	0.61
LFB_fel_04	3.44	1.05	0.61
LFB_fel_05	3.50	1.07	0.60
LFB_fel_06	4.00	1.05	0.53
LFB_fel_07	3.27	1.28	0.63

Skala	N	M	SD	Min	Max	Cronbachs α
LFB_fel	61	3.61	1.08	3.28	4.25	0.63

4. Fragebogen für Schüler*innen nach der Unterrichtsstunde

4.1 Motivationsrelevantes Befinden in Bezug auf die vergangene Unterrichtsstunde

Datenquelle	Kurzskalen zur Erfassung der positiven Aktivierung, negativen Aktivierung und Valenz in Experience Sampling Studien; Skala PANAVA-KS (Schallberger, 2005)
Anmerkung	Erfassung des situativen Befindens der Schüler*innen nach der Unterrichtsstunde auf drei Dimensionen: positive Aktivierung, negative Aktivierung und Valenz. Die Skala basiert auf dem PANAVA-Modell (Schallberger, 2005) und wurde für den Einsatz im schulischen Kontext sprachlich angepasst. Bipolare Items wurden auf einer Sieben-Punkte-Skala kodiert, wobei die Polung gemäß der Skalenrichtung erfolgte (rekodierte Items sind mit „_R“ gekennzeichnet). Die Lehrkräfte haben ebenfalls nach der Unterrichtsstunde die identischen Items beantwortet (vgl. 3.1).
Items	10
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = sehr unzufrieden, energielos etc. 2 = 3 = 4 = weder noch 5 = 6 = 7 = sehr zufrieden, voller Energie etc.

Variable	Text
SFB_mot1	Wie hast du dich <u>während der vergangenen Unterrichtsstunde</u> gefühlt? (Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen ankreuzen.)
SFB_mot1_01_R	zufrieden – unzufrieden (rekodiert)
SFB_mot1_02_R	voller Energie – energielos (rekodiert)
SFB_mot1_03	gestresst – entspannt
SFB_mot1_04	müde – hellwach
SFB_mot1_05_R	friedlich – verärgert (rekodiert)
SFB_mot1_06	unglücklich – glücklich
SFB_mot1_07	lustlos – hoch motiviert
SFB_mot1_08_R	ruhig – nervös (rekodiert)
SFB_mot1_09_R	begeistert – gelangweilt (rekodiert)
SFB_mot1_10	besorgt – sorgenfrei

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		4	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
SFB_mot1_01_R	40	1.8	47	2.2	100	4.6	357	16.4
SFB_mot1_02_R	124	5.7	236	10.8	298	13.7	442	20.3
SFB_mot1_03	62	2.8	89	4.1	190	8.7	449	20.6
SFB_mot1_04	248	11.4	383	17.6	427	19.6	409	18.8
SFB_mot1_05_R	43	2.0	56	2.6	101	4.6	349	16.0
SFB_mot1_06	59	2.7	65	3.0	131	6.0	637	29.2
SFB_mot1_07	151	6.9	183	8.4	315	14.5	522	24.0
SFB_mot1_08_R	34	1.6	45	2.1	106	4.9	391	17.9
SFB_mot1_09_R	110	5.0	182	8.4	286	13.1	593	27.2
SFB_mot1_10	57	2.6	93	4.3	174	8.0	599	27.5

Variable	5		6		7		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
SFB_mot1_01_R	372	17.1	695	31.9	549	25.2	19	0.9
SFB_mot1_02_R	440	20.2	371	17.0	252	11.6	16	0.7
SFB_mot1_03	320	14.7	524	24.0	524	24.0	21	1.0
SFB_mot1_04	296	13.6	227	10.4	170	7.8	19	0.9
SFB_mot1_05_R	327	15.0	530	24.3	750	34.4	23	1.1
SFB_mot1_06	378	17.3	515	23.6	371	17.0	23	1.1
SFB_mot1_07	475	21.8	312	14.3	201	9.2	20	0.9
SFB_mot1_08_R	349	16.0	594	27.3	641	29.4	19	0.9
SFB_mot1_09_R	458	21.0	315	14.5	213	9.8	22	1.0
SFB_mot1_10	238	10.9	383	17.6	611	28.0	24	1.1

Fehlende Werte (NA) = -99, -98, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 2179

Skalenkennwerte

Variable	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r_{it}</i>
SFB_mot1_01_R	5.43	1.41	0.87
SFB_mot1_02_R	3.63	1.70	0.87
SFB_mot1_03	5.11	1.61	0.88
SFB_mot1_04	3.69	1.76	0.88
SFB_mot1_05_R	5.53	1.50	0.87
SFB_mot1_06	4.97	1.48	0.87
SFB_mot1_07	4.26	1.64	0.86
SFB_mot1_08_R	5.46	1.44	0.89
SFB_mot1_09_R	4.35	1.58	0.87
SFB_mot1_10	5.07	1.65	0.88

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
SFB_mot1	2108	4.83	1.58	3.69	5.54	0.88

4.2 Kontrolle außerschulischer Einflussfaktoren auf das emotionale Befinden

Datenquelle	Angelehnt an Lewalter et al., 1999
Anmerkung	Die Kontrollfrage dient der Einschätzung, ob das situative affektive Befinden der Schüler*innen durch außerschulische Ereignisse beeinflusst worden sein könnte. Sie ergänzt die Interpretation der Skalen zum situativen Befinden, da externe Faktoren als potenzielle Störvariablen wirken können. Die Variable kann als Kontrollvariable in Regressions- oder Varianzanalysen verwendet werden, um Effekte situativer Unterrichtsmerkmale auf das Befinden der Schüler*innen nicht durch außerschulische Einflussfaktoren zu verzerren.
Items	1
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = nein 2 = ja

Variable	Text
SFB_mot2	Gibt es außerhalb der Unterrichtsstunde etwas, das deine aktuelle Stimmung nachhaltig beeinflusst hat?

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
SFB_mot2	1218	55.9	914	41.9	47	2.2

Fehlende Werte (NA) = -99, -98, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 2179

4.3 Kognitive Aktivierung

Diese Skalen erfassen, inwieweit Schülerinnen den Einsatz von Maßnahmen zur kognitiven Aktivierung im Unterricht wahrgenommen haben – differenziert nach Mathematik und Naturwissenschaften. Entsprechend bezieht sich die Skala für Mathematik auf den Einsatz von Aufgaben, die Skala für Naturwissenschaften auf das forschend-entdeckende Lernen. Die Schülerinnen bewerteten die jeweilige Unterrichtsstunde im Anschluss aus ihrer Perspektive, während die Lehrkräfte dasselbe Itemset retrospektiv beantworteten (vgl. 3.3.1 und 3.3.2).

4.3.1 Kognitive Aktivierung in der Mathematikstunde

Datenquelle	Angelehnt an TALIS Lehrkräftefragebogen 2018; Skala Nr. 42 (OECD, 2018)
Anmerkung	Instruktion und Items wurden situativ angepasst.
Items	4
Fach	Mathematik
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = trifft nicht zu 2 = trifft eher nicht zu 3 = trifft eher zu 4 = trifft zu

Variable	Text
SFB_kogAkt	Inwieweit treffen folgende Aussagen auf deine <u>vergangene Unterrichtsstunde</u> zu? Meine Lehrkraft... (Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen ankreuzen.)
SFB_kogAkt_01	... stellte Aufgaben, für die es keine offensichtliche Lösung gibt.
SFB_kogAkt_02	... stellte Aufgaben, für die wir das Gelernte in einen neuen Zusammenhang bringen mussten.
SFB_kogAkt_03	... stellte Aufgaben, bei denen wir kritisch denken mussten.
SFB_kogAkt_04	... forderte uns dazu auf, selbst zu entscheiden, wie man schwierige Aufgaben löst.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		4		-96		NA	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
SFB_kogAkt_01	452	49.9	246	27.2	109	12.0	52	5.7	38	4.2	8	0.9
SFB_kogAkt_02	52	5.7	133	14.7	352	38.9	320	35.4	38	4.2	10	1.1
SFB_kogAkt_03	118	13.0	273	30.2	317	35.0	147	16.2	38	4.2	12	1.3
SFB_kogAkt_04	82	9.1	152	16.8	351	38.8	272	30.1	38	4.2	10	1.1

Fehlende Werte (NA) = -99 – -97, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 905

Anmerkung: Fälle mit dem Code -96 gelten ebenfalls als fehlend, werden jedoch separat ausgewiesen, da es sich hierbei um Vertauschungen der Testpakete handelte und die entsprechenden Items daher nicht eingeschätzt werden konnten.

Skalenkennwerte

Variable	M	SD	r_{it}
SFB_kogAkt_01	1.72	0.90	0.66
SFB_kogAkt_02	3.09	0.88	0.56
SFB_kogAkt_03	2.58	0.93	0.52
SFB_kogAkt_04	2.95	0.94	0.54

Skala	N	M	SD	Min	Max	Cronbachs α
SFB_kogAkt	846	2.59	0.63	1.73	3.10	0.64

4.3.2 Kognitive Aktivierung in der Naturwissenschaftsstunde (forschend-entdeckendes Lernen)

Datenquelle	Angelehnt an PISA Schüler*innenfragebogen 2015; Skala ST098 (Mang et al., 2019)
Items	3
Fach	Naturwissenschaften
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = trifft nicht zu 2 = trifft eher nicht zu 3 = trifft eher zu 4 = trifft zu

Variable	Text
SFB_fel	Inwieweit treffen folgende Aussagen auf deine <u>vergangene Unterrichtsstunde</u> zu? (Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen ankreuzen.)
SFB_fel_01	Wir diskutierten in der Klasse über naturwissenschaftliche Fragen.
SFB_fel_02	Meine Lehrkraft erklärte, wie ein im Unterricht erlerntes naturwissenschaftliches Prinzip auf eine Reihe verschiedener Phänomene angewendet werden kann (z. B. auf die Bewegung von Objekten oder auf Substanzen mit ähnlichen Eigenschaften).
SFB_fel_03	Wir sollten naturwissenschaftliche Begründungen der anderen hinterfragen und kritisch beleuchten.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		4		-96		NA	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
SFB_fel_01	144	11.3	239	18.8	435	34.1	416	32.7	31	2.4	9	0.7
SFB_fel_02	87	6.8	190	14.9	480	37.7	475	37.3	31	2.4	11	0.9
SFB_fel_03	183	14,4	349	27.4	447	35.1	242	19.0	31	2.4	22	1.7

Fehlende Werte (NA) = -99 – -97, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 1274

Anmerkung: Fälle mit dem Code -96 gelten ebenfalls als fehlend, werden jedoch separat ausgewiesen, da es sich hierbei um Vertauschungen der Testpakete handelte und die entsprechenden Items daher nicht eingeschätzt werden konnten.

Skalenkennwerte

Variable	M	SD	r_{it}
SFB_fel_01	2.91	0.99	0.63
SFB_fel_02	3.10	0.90	0.64
SFB_fel_03	2.62	0.97	0.61

Skala	N	M	SD	Min	Max	Cronbachs α
SFB_fel	1211	2.87	0.76	2.62	3.10	0.72

4.4 Wahrgenommene Unterstützung durch die Lehrkraft und Lebensweltbezug der Unterrichtsinhalte

Datenquelle	Angelehnt an PISA Schüler*innenfragebogen 2006; Skala ST46N10-12 und ST46N1-3 (Frey et al., 2009)
Anmerkung	Items wurden situativ angepasst. slv = Lehrkraft-Schüler*innen-Verhältnis lwb = Lebensweltbezug
Items	6
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = trifft nicht zu 2 = trifft eher nicht zu 3 = trifft eher zu 4 = trifft zu

Variable	Text
SFB_slv	Inwieweit treffen folgende Aussagen auf deine <u>vergangene Unterrichtsstunde</u> zu? Meine Lehrkraft... (Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen ankreuzen.)
SFB_slv_01	... gab mir das Gefühl, dass es ihr wichtig ist, dass ich mich wohl fühle.
SFB_lwb_01	... zeigte mir, dass das Thema für unsere Gesellschaft relevant ist.
SFB_slv_02	... half mir, als ich zusätzliche Hilfe brauchte.
SFB_lwb_02	... erklärte die Bedeutung des Themas für mein tägliches Leben.
SFB_slv_03	... interessierte sich dafür, was ich gesagt habe.
SFB_lwb_03	... half mir, mit dem Gelernten die Welt außerhalb der Schule besser zu verstehen.

Lehrkraft-Schüler*innen-Verhältnis

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		4		NA	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
SFB_slv_01	204	9.4	411	18.9	877	40.2	658	30.2	29	1.3
SFB_slv_02	146	6.7	235	10.8	706	32.4	1036	47.5	56	2.6
SFB_slv_03	143	6.6	242	11.1	824	37.8	925	42.5	45	2.1

Fehlende Werte (NA) = -99, -98, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 2179

Skalenkennwerte

Variable	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r_{it}</i>
SFB_slv_01	2.93	0.93	0.80
SFB_slv_02	3.24	0.90	0.82
SFB_slv_03	3.19	0.88	0.81

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
SFB_slv	2082	3.12	0.91	2.93	3.24	0.78

Lebensweltbezug**Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten**

Variable	1		2		3		4		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
SFB_lwb_01	385	17.7	614	28.2	741	34.0	419	19.2	20	0.9
SFB_lwb_02	508	23.3	651	29.9	574	26.3	423	19.4	23	1.1
SFB_lwb_03	499	22.9	629	28.9	624	28.6	396	18.2	31	1.4

Fehlende Werte (NA) = -99, -98, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 2179**Skalenkennwerte**

Variable	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r_{it}</i>
SFB_lwb_01	2.55	1.00	0.79
SFB_lwb_02	2.42	1.05	0.80
SFB_lwb_03	2.43	1.04	0.80

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
SFB_lwb	2127	2.47	1.03	2.42	2.55	0.84

4.5 Strukturiertheit in der vergangenen Unterrichtsstunde

Datenquelle	Angelehnt an PISA Schüler*innenfragebogen 2003; Skala stve (Ramm et al., 2006)
Anmerkung	Instruktion und Items wurden situativ angepasst.
Items	6
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = trifft nicht zu 2 = trifft eher nicht zu 3 = trifft eher zu 4 = trifft zu

Variable	Text
SFB_str	Inwieweit treffen folgende Aussagen <u>auf deine vergangene Unterrichtsstunde</u> zu? Meine Lehrkraft... (Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen ankreuzen.)
SFB_str_01	... erläuterte zu Beginn des Unterrichts die Lernziele.
SFB_str_02	... ging in einer logischen Reihenfolge vor.
SFB_str_03	... machte deutlich, wie die behandelten Themen zusammenhängen.
SFB_str_04	... verwies auf Zusammenhänge mit schon durchgenommenem Stoff.
SFB_str_05	... stellte Zusammenhänge mit dem Stoff anderer Fächer her.
SFB_str_06	... fasste das Gelernte am Ende der Stunde zusammen.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		4		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
SFB_str_01	267	12.3	433	19.9	739	33.9	716	32.9	24	1.1
SFB_str_02	55	2.5	156	7.2	745	34.2	1197	54.9	26	1.2
SFB_str_03	74	3.4	257	11.8	853	39.1	957	43.9	38	1.7
SFB_str_04	92	4.2	263	12.1	789	36.2	1002	98.5	33	1.5
SFB_str_05	524	24.0	783	35.9	545	25.0	297	13.6	30	1.4
SFB_str_06	385	17.7	526	24.1	694	31.8	550	25.2	24	1.1

Fehlende Werte (NA) = -99, -98, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 2179

Skalenkennwerte

Variable	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r_{it}</i>
SFB_str_01	2.88	1.00	0.73
SFB_str_02	3.43	0.74	0.72
SFB_str_03	3.26	0.80	0.71
SFB_str_04	3.26	0.83	0.72
SFB_str_05	2.29	0.98	0.77
SFB_str_06	2.65	1.05	0.73

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
SFB_str	2100	2.97	0.91	2.29	3.44	0.76

4.6 Erleben von Autonomie- und Kompetenzunterstützung sowie sozialer Einbindung

Datenquelle	Angelehnt an Prenzel et al., 1996
Anmerkung	Instruktion wurde situativ angepasst. AU = Autonomieunterstützung KU = Kompetenzunterstützung SE = soziale Einbindung
Items	12
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = trifft nicht zu 2 = trifft eher nicht zu 3 = trifft eher zu 4 = trifft zu

Variable	Text
SFB_mot3	Inwieweit treffen folgende Aussagen zu? <u>In der vergangenen Unterrichtsstunde...</u> <i>(Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen ankreuzen.)</i>
SFB_mot3_AU4	... konnte ich meine eigenen Ideen einbringen.
SFB_mot3_KU1	... wurde ich gelobt, wenn ich etwas gut gemacht habe.
SFB_mot3_AU2	... konnte ich selbständig arbeiten.
SFB_mot3_KU2	... wurde ich über meine Fortschritte informiert.
SFB_mot3_SE4	... hatte ich den Eindruck, von meinen Mitschülerinnen und Mitschülern ernst genommen zu werden.
SFB_mot3_KU3	... wurde mir gesagt, was ich noch verbessern kann.
SFB_mot3_SE2	... war die Atmosphäre zwischen mir und meinen Mitschülerinnen und Mitschülern freundschaftlich.
SFB_mot3_AU1	... konnte ich mir meine Zeit selbst einteilen.
SFB_mot3_SE3	... hatte ich das Gefühl, dazuzugehören.
SFB_mot3_KU4	... wurden mir auch schwierige Aufgaben zugetraut.
SFB_mot3_AU3	... konnte ich neue Dinge selbst ausprobieren
SFB_mot3_SE1	... wurde ich von meinen Mitschülerinnen und Mitschülern wie ein Teil der Klasse behandelt.

Autonomieunterstützung

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		4		NA	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
SFB_mot3_AU1	302	13.9	475	21.8	768	35.2	606	27.8	28	1.3
SFB_mot3_AU2	84	3.9	175	8.0	671	30.8	1224	56.2	25	1.1
SFB_mot3_AU3	334	15.3	674	30.9	682	31.3	459	21.1	30	1.4
SFB_mot3_AU4	230	10.6	441	20.2	702	32.2	770	35.3	36	1.7

Fehlende Werte (NA) = -99, -98, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 2179

Skalenkennwerte

Variable	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r_{it}</i>
SFB_mot3_AU1	2.78	1.00	0.61
SFB_mot3_AU2	3.41	0.80	0.63
SFB_mot3_AU3	2.59	0.99	0.63
SFB_mot3_AU4	2.94	1.00	0.55

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
SFBmot3_AU	2112	2.93	0.95	2.60	3.41	0.67

Kompetenzunterstützung**Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten**

Variable	1		2		3		4		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
SFB_mot3_KU1	278	12.8	457	21.0	796	36.5	610	28.0	38	1.7
SFB_mot3_KU2	396	18.2	781	35.8	615	28.2	348	16.0	39	1.8
SFB_mot3_KU3	427	19.6	635	29.1	686	31.5	390	17.9	41	1.9
SFB_mot3_KU4	184	8.4	427	19.6	787	36.1	738	33.9	43	2.0

Fehlende Werte (NA) = -99,-98, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 2179**Skalenkennwerte**

Variable	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r_{it}</i>
SFB_mot3_KU1	2.81	0.99	0.68
SFB_mot3_KU2	2.43	0.97	0.67
SFB_mot3_KU3	2.49	1.01	0.69
SFB_mot3_KU4	2.97	0.94	0.71

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
SFBmot3_KU	2085	2.68	0.98	2.43	2.97	0.75

Soziale Einbindung**Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten**

Variable	1		2		3		4		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
SFB_mot3_SE1	135	6.2	261	12.0	825	37.9	911	41.8	47	2.2
SFB_mot3_SE2	68	3.1	147	6.7	637	29.2	1295	59.4	32	1.5
SFB_mot3_SE3	108	5.0	193	8.9	763	35.0	1082	49.7	33	1.5
SFB_mot3_SE4	75	3.4	163	7.5	607	27.9	1289	59.2	45	2.1

Fehlende Werte (NA) = -99,-98, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 2179

Skalenkennwerte

Variable	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r_{it}</i>
SFB_mot3_SE1	3.18	0.88	0.81
SFB_mot3_SE2	3.47	0.76	0.80
SFB_mot3_SE3	3.31	0.84	0.77
SFB_mot3_SE4	3.46	0.78	0.76

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
SFBmot3_SE	2090	3.36	0.81	3.19	3.48	0.83

4.7 Ausprägung der Lernmotivation

Datenquelle	Angelehnt an Prenzel et al., 1996; Seidel et al., 2003
Anmerkung	Instruktion wurde situativ angepasst. ex = externale Motivation id = identifizierte Motivation in = intrinsische Motivation
Items	10
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = trifft nicht zu 2 = trifft eher nicht zu 3 = trifft eher zu 4 = trifft zu

Variable	Text
SFB_mot4	Inwieweit treffen folgende Aussagen zu? <u>In der vergangenen Unterrichtsstunde...</u> (Bitte in jeder Zeile nur ein Kästchen ankreuzen.)
SFB_mot4_id2	... wollte ich selbst den Stoff verstehen.
SFB_mot4_in2	... hat mich die Sache so fasziniert, dass ich mich voll einsetzte.
SFB_mot4_ex1	... habe ich mich nur angestrengt, damit ich keinen Ärger bekomme.
SFB_mot4_id1	... war mir klar, dass ich das Gelernte für meine weitere Ausbildung brauchen werde.
SFB_mot4_in1	... machte das Lernen richtig Spaß.
SFB_mot4_in3	... verging die Zeit wie im Flug.
SFB_mot4_ex2	... hätte ich ohne Druck von außen nichts getan.
SFB_mot4_id3	... habe ich mich eingebracht, weil ich meinen eigenen Zielen ein Stück näherkommen konnte.
SFB_mot4_ex3	... habe ich nur das getan, was ausdrücklich von mir verlangt wurde.
SFB_mot4_id4	... habe ich etwas gelernt, das ich im Alltag gut gebrauchen kann.

Externale Motivation

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		4		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
SFB_mot4_ex1	846	38.8	704	32.3	413	19.0	176	8.1	40	1.8
SFB_mot4_ex2	851	39.1	740	34.0	358	16.4	188	8.6	42	1.9
SFB_mot4_ex3	290	13.3	530	24.3	884	40.6	444	20.4	31	1.4

Fehlende Werte (NA) = -99,-98, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 2179

Skalenkennwerte

Variable	<i>M</i>		<i>SD</i>		<i>r_{it}</i>	
SFB_mot4_ex1	1.96		0.96		0.44	
SFB_mot4_ex2	1.95		0.96		0.41	
SFB_mot4_ex3	2.69		0.95		0.65	

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
SFB_mot4_ex	2106	2.20	0.95	1.94	2.69	0.61

Identifizierende Motivation

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		4		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
SFB_mot4_id1	136	6.2	257	11.8	724	33.2	1038	47.6	24	1.1
SFB_mot4_id2	528	24.2	659	30.2	599	27.5	361	16.6	32	1.5
SFB_mot4_id3	248	11.4	606	27.8	865	39.7	427	19.6	33	1.5
SFB_mot4_id4	495	22.7	635	29.1	601	27.6	410	18.8	38	1.7

Fehlende Werte (NA) = -99,-98, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 2179

Skalenkennwerte

Variable	<i>M</i>		<i>SD</i>		<i>r_{it}</i>	
SFB_mot4_id1	3.24		0.89		0.69	
SFB_mot4_id2	2.37		1.03		0.61	
SFB_mot4_id3	2.69		0.92		0.62	
SFB_mot4_id4	2.43		1.05		0.64	

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
SFB_mot4_id	2115	2.68	0.98	2.37	3.24	0.71

Intrinsische Motivation**Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten**

Variable	1		2		3		4		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
SFB_mot4_in1	328	15.1	694	31.8	778	35.7	339	15.6	40	1.8
SFB_mot4_in2	416	19.1	575	26.4	803	36.9	349	16.0	36	1.7
SFB_mot4_in3	349	16.0	474	21.8	754	34.6	567	26.0	35	1.6

Fehlende Werte (NA) = -99, -98, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 2179

Skalenkennwerte

Variable	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r_{it}</i>
SFB_mot4_in1	2.53	0.94	0.73
SFB_mot4_in2	2.51	0.98	0.66
SFB_mot4_in3	2.72	1.03	0.77

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
SFB_mot4_in	2112	2.59	0.98	2.51	2.72	0.80

5. Unterrichtsbeobachtungsbogen

5.1 Fach der Unterrichtsstunde

Anmerkung

In einigen Fällen stimmte die im Fragebogen angegebene Fachzuordnung der Testleitung nicht mit den weiteren Angaben zur unterrichteten Stunde überein. Vermutlich handelt es sich dabei um Kreuzungsfehler im Erhebungsinstrument. Aufgrund dessen wird hier die Fächerverteilung auf Grundlage der ergänzenden vorliegenden Informationen dargestellt.

Antwortformat

Ratingskala / Einfachantwort

Kategorien

1 = Mathematik
2 = Biologie
3 = Chemie
4 = Physik
5 = integrierte Naturwissenschaften

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		4		5		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
Fachzuordnung	49	42.6	13	11.3	28	24.3	24	20.9	1	0.9	0	0.0

Fehlende Werte (NA) = -99, -98, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 115

5.2 Dauer der Unterrichtseinheit

Antwortformat

Ratingskala / Einfachantwort & Offene Antwort

Kategorien

1 = 45 Minuten
2 = 90 Minuten
3 = andere

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
UB_Dauer	56	48.7	40	34.8	18	15.7	1	0.9

Fehlende Werte (NA) = -99, -98, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 115

5.3 Transparenz des Unterrichtsthemas

Diese Skalen erfassen, ob die Lehrkraft zu Beginn der Unterrichtsstunde das Unterrichtsthema sowie den Schüler*innen entsprechende Kompetenzen nennt, die in der Unterrichtsstunde im Fokus stehen.

5.3.1 Benennung des Unterrichtsthemas

Datenquelle	Eigenentwicklung
Anmerkung	Dieses Item wird am Anfang der Unterrichtsstunde durch die Testleitung eingeschätzt.
Items	1
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = ja 2 = nein

Variable	Text
UB_CI_1	Benennt die Lehrkraft das Thema der Unterrichtseinheit?

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
UB_CI_1	79	68.7	36	31.3	0	0.0

Fehlende Werte (NA) = -99, -98, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 115

5.3.2 Benennung adressierter Bildungsziele in der Unterrichtsstunde

Datenquelle	Eigenentwicklung
Anmerkung	Dieses Item wird am Anfang der Unterrichtsstunde eingeschätzt. Bei der Auswertung sollten die Ziele der Unterrichtsstunde beachtet werden, die die Lehrkräfte im Fragebogen vor der Unterrichtsstunde angegeben haben (vgl. 2.1).
Items	1
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = ja / angekreuzt 2 = nein / nicht angekreuzt

Variable	Text
UB_CI_2	Welche Kompetenzen benennt die Lehrkraft, die die Schülerinnen und Schüler am Ende der Unterrichtsstunde erlangen sollen?
UB_CI_2_1	Fachliche
UB_CI_2_2	Überfachliche
UB_CI_2_3	Keine

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
UB_CI_2_1	42	36.5	73	63.5	0	0.0
UB_CI_2_2	15	13.0	100	87.0	0	0.0
UB_CI_2_3	64	55.7	51	44.3	0	0.0

Fehlende Werte (NA) = -99, -98, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 115

5.4 Motivationaler Instruktionsstil bei der Aufgabenstellung

Datenquelle	Eigenentwicklung
Anmerkung	Dieses Item wurde von der Testleitung während der Unterrichtsstunde eingeschätzt und bezieht sich auf die tatsächlich im Unterricht eingesetzten Aufgaben. Die Stichprobengröße bezieht sich entsprechend auf die analysierten Aufgaben aus den Unterrichtsbesuchen. Weitere Informationen zu den eingesammelten Aufgaben sind in Kapitel 1 der vorliegenden Dokumentation zu finden (Heinle et al., 2025). Aufgaben, die zwar für den Einsatz geplant waren, aber beispielsweise aus Zeitgründen nicht verwendet wurden, wurden im Rahmen von PISA-Ceco dennoch kodiert und erhalten in diesem Item den Code 0.
Items	1
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala & Offene Antwort
Kategorien	0 = Aufgabe wurde nicht eingesetzt 1 = Kontrollierend (z. B. „Bearbeitet die Aufgabe genau so, wie gerade besprochen.“) 2 = Neutral (z. B. „Bearbeitet Aufgabe Nr. 1 auf Buchseite 30.“) 3 = Autonomiefördernd (z. B. „Probiert das mal aus.“ Oder „Überlegt euch, wie ihr die Aufgabe bearbeiten könnt.“)
Variable	Text
UB_Instr	Auf welche Art und Weise moderiert die Lehrkraft die unterrichtliche Aktivität an? <i>Bitte tragen Sie mit Hilfe der Aufgabennummer in die entsprechende Spalte ein, um welche der Art der Instruktion es sich handelt.</i>

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1		2		3		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
UB_Instr	381	39.4	126	13.0	260	26.9	191	19.8	8	0.8

Fehlende Werte (NA) = -99, -98, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 966

5.5 Einsatz differenzierender Unterrichtspraktiken

Datenquelle	Angelehnt an Fächter (2012)
Anmerkung	Dieses Item wird während der Unterrichtsstunde eingeschätzt. In der Auswertung für das Skalenhandbuch wird sich darauf beschränkt, ob die Differenzierungsmaßnahme grundsätzlich eingesetzt wurde. Zusätzlich werden mittlere Häufigkeiten, sowie das Minimum und Maximum an eingesetzten Differenzierungsmaßnahmen pro Stunde angegeben.
Items	11
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala mit Strichliste für erste 45 Minuten und zweite 45 Minuten (oder Rest) 1 = mindestens einmal in der Stunde eingesetzt 2 = nicht eingesetzt

Variable	Text
UB_Diff	Setzt die Lehrkraft folgende Differenzierungsmaßnahmen in der Unterrichtseinheit ein? <i>Sobald die Lehrkraft eine der folgenden Maßnahmen für <u>eine Aufgabe</u> einsetzt, setzen Sie bitte einen Strich in der entsprechenden Zeile.</i>
UB_Diff_01	Wahl- / Alternativaufgaben
UB_Diff_02	Gestufte Hilfen
UB_Diff_03	Unterschiedliche Schwierigkeitsgrade bearbeitbar
UB_Diff_04	Unterschiedliche Visualisierungsformen
UB_Diff_05	Unterschiedliche Materialarten zur Aufgabenbearbeitung
UB_Diff_06	Individuelles Arbeitstempo
UB_Diff_07	Individuelle zeitliche Strukturierung
UB_Diff_08	Unterschiedliche Gestaltungsformate
UB_Diff_09	Art der Ergebnispräsentation frei wählbar
UB_Diff_10	Sozial Form frei wählbar
UB_Diff_11	Gruppenmitglieder frei wählbar

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
UB_Diff_1	25	21.7	90	78.3	0	0.0
UB_Diff_2	85	73.9	30	26.1	0	0.0
UB_Diff_3	31	27.0	84	73.0	0	0.0
UB_Diff_4	63	54.8	52	45.2	0	0.0
UB_Diff_5	40	34.8	75	65.2	0	0.0
UB_Diff_6	54	47.0	61	53.0	0	0.0
UB_Diff_7	38	33.0	77	67.0	0	0.0
UB_Diff_8	23	20.0	92	80.0	0	0.0
UB_Diff_9	13	11.3	102	88.7	0	0.0

UB_Diff_10	41	35.7	74	64.3	0	0.0
UB_Diff_11	42	36.5	73	63.5	0	0.0

Fehlende Werte (NA) = -99, -98, systemdefinierte fehlende Werte. *N = 115*

Variable	Min	Max	M	SD	NA	
					n	%
UB_Diff_1	1	17	2.60	3.58	0	0.0
UB_Diff_2	1	25	5.67	6.18	0	0.0
UB_Diff_3	1	10	2.10	2.30	0	0.0
UB_Diff_4	1	17	3.00	2.77	0	0.0
UB_Diff_5	1	7	2.08	1.64	0	0.0
UB_Diff_6	1	17	2.43	2.68	0	0.0
UB_Diff_7	1	17	2.61	2.99	0	0.0
UB_Diff_8	1	13	2.74	2.96	0	0.0
UB_Diff_9	1	5	2.15	1.34	0	0.0
UB_Diff_10	1	17	2.29	2.73	0	0.0
UB_Diff_11	1	17	2.21	2.77	0	0.0

Fehlende Werte (NA) = -99, -98, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 115

5.6 Konstruktive Unterstützung

Datenquelle

Bezug auf das Thin-slices-Verfahren, bei dem kurze Beobachtungssequenzen genutzt werden, um typische Unterrichtsmerkmale zuverlässig zu erfassen (Begrich et al., 2017; Kunter & Voss, 2011).

Anmerkung

Dieses Item wird während der Unterrichtsstunde eingeschätzt. In der Auswertung für das Skalenhandbuch wird sich darauf beschränkt, ob die Hilfe grundsätzlich eingesetzt wurde. Zusätzlich werden mittlere Häufigkeiten, sowie das Minimum und Maximum an eingesetzten Differenzierungsmaßnahmen pro Stunde angegeben.

Items

1

Fach

übergreifend

Antwortformat

Ratingskala mit Strichliste für erste 45 Minuten und zweite 45 Minuten (oder Rest)
 1 = mindestens einmal in der Stunde eingesetzt
 2 = nicht eingesetzt

Variable	Text
UB_supp	Hilft die Lehrkraft den Schülerinnen und Schülern, wenn Verständnisprobleme auftreten? <i>Sobald die Lehrkraft dies tut, setzen Sie bitte einen Strich in der nachfolgenden Zeile.</i>

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
UB_supp	111	96.5	4	3.5	0	0.0

Fehlende Werte (NA) = -99, -98, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 115

Variable	<i>Min</i>	<i>Max</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	NA	
					<i>n</i>	%
UB_supp	1	49	12.96	9.03	0	0.0

Fehlende Werte (NA) = -99, -98, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 115

5.7 Klassenführung

Diese Skalen beziehen sich auf die Klassenführung als eine Basisdimension der Unterrichtsqualität. Sie äußert sich vor allem darin, inwieweit Lehrkräfte die verfügbare Unterrichtszeit effizient nutzen – etwa durch das Vermeiden oder angemessene Reagieren auf Störungen – sowie durch die aktive Einbindung der Schüler*innen in den Lernprozess.

5.7.1 Prävention von Störungen

Datenquelle	Bezug auf das Thin-slices-Verfahren, bei dem kurze Beobachtungssequenzen genutzt werden, um typische Unterrichtsmerkmale zuverlässig zu erfassen (Begrich et al., 2017; Ophardt & Thiel, 2013).
Anmerkung	Dieses Item wird nach der Unterrichtsstunde eingeschätzt.
Items	1
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala / Einfachantwort
Kategorien	1 = Trifft nicht zu 2 = Trifft eher nicht zu 3 = Trifft eher zu 4 = Trifft zu

Variable	Text
UB_cm_1	Der Lehrkraft gelang es, die vergangene Unterrichtsstunde so zu steuern, dass möglichst wenige Störungen auftreten und somit die Unterrichtszeit effektiv genutzt werden konnte. <i>Wie sehr stimmen Sie dieser Aussage zu? Bitte nur ein Kästchen ankreuzen.</i>

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		4		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
UB_cm_1	7	6.1	7	6.1	37	32.2	64	55.7	0	0.0

Fehlende Werte (NA) = -99, -98, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 115

Itemstatistik

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
UB_cm_1	115	3.37	0.85

5.7.2 Beteiligung der Schüler*innen am Lernprozess**Datenquelle**

Bezug auf das Thin-slices-Verfahren, bei dem kurze Beobachtungssequenzen genutzt werden, um typische Unterrichtsmerkmale zuverlässig zu erfassen (Begrich et al., 2017; Ophardt & Thiel, 2013).

Anmerkung

Dieses Item wird nach der Unterrichtsstunde eingeschätzt.

Items

1

Fach

übergreifend

Antwortformat

Ratingskala / Einfachantwort

Kategorien

1 = Trifft nicht zu
2 = Trifft eher nicht zu
3 = Trifft eher zu
4 = Trifft zu

Variable

Text

UB_cm_2

Die Lehrkraft schaffte es in der vergangenen Unterrichtseinheit, alle Schülerinnen und Schüler am Lernprozess zu beteiligen.
Wie sehr stimmen Sie dieser Aussage zu? Bitte nur ein Kästchen ankreuzen.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		3		4		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
UB_cm_2	4	3.5	10	8.7	51	44.3	49	42.6	1	0.9

Fehlende Werte (NA) = -99, -98, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 115

Itemstatistik

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
UB_cm_2	114	3.27	0.77

5.8 Häufigkeit der Nutzung digitaler Medien in der Schule

Datenquelle	Angelehnt an PISA ICT 2022; Skala IC170 (Müller et al., 2025);
Anmerkung	Dieses Item wird nach der Unterrichtsstunde eingeschätzt.
Items	1
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala / Mehrfachantwort
Kategorien	1 = wurde eingesetzt 2 = wurde nicht eingesetzt

Variable	Text
UB_dig	Welche der folgenden digitalen Medien wurden in der vergangenen Unterrichtsstunde eingesetzt? <i>Bitte kreuzen Sie alle verwendeten Medien an.</i>
UB_dig_1	PC oder Laptop
UB_dig_2	Smartphone (d.h. Handy mit Internetzugang)
UB_dig_3	Tablets (z. B. iPad®, Samsung Galaxy Tab®) oder E-Book-Reader (z. B. Amazon® Kindle™, Kobo®, Tolino)
UB_dig_4	Internetzugang (außer auf Smartphones)
UB_dig_5	Schulportal (z.B. um Anwesenheiten etc. nachzuschauen)
UB_dig_6	Lern-Software, Spiele oder Apps, weitere Lern-Tools (z. B. Kahoot, Mathegym, Khan-Academy®)
UB_dig_7	Ein Lern-Management-System oder eine Lernplattform der Schule (z. B. Moodle®, Microsoft®OneNote™, Google®Classroom™)

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	1		2		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
UB_dig_1	59	51.3	56	48.7	0	0.0
UB_dig_2	14	12.2	101	87.8	0	0.0
UB_dig_3	38	33.0	77	67.0	0	0.0
UB_dig_4	17	14.8	98	85.2	0	0.0
UB_dig_5	14	12.2	101	87.8	0	0.0
UB_dig_6	11	9.6	104	90.4	0	0.0
UB_dig_7	22	19.1	93	80.9	0	0.0

Fehlende Werte (NA) = -99, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 115

5.9 Kontextuelle Besonderheiten der Unterrichtsstunde

Datenquelle	Eigenentwicklung
Anmerkung	Dieses Item wird nach der Unterrichtsstunde eingeschätzt. Erfasst werden unvorhergesehene oder besondere Ereignisse, die aus Sicht der Testleitung bedeutsam für die Interpretation der Unterrichtssituation sein könnten (z. B. Unterrichtsunterbrechungen, technische Störungen, außergewöhnliches Verhalten, besondere Dynamiken).
Items	1
Fach	übergreifend
Antwortformat	Ratingskala & Offene Antwort
Kategorien	0 = Nein 1 = Ja

Variable	Text
UB_bes	Gab es in der beobachteten Unterrichtseinheit irgendwelche Besonderheiten, die Ihnen aufgefallen sind? <i>Wenn ja, bitte geben Sie in Stichpunkten an, um welche Besonderheiten es sich handelt.</i>

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Variable	0		1		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
UB_Bes_1	51	44.3	63	54.8	1	0.9

Fehlende Werte (NA) = -99, -98, systemdefinierte fehlende Werte.

N = 115

6. Literaturverzeichnis

- Baumert, J., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Kunter, M., Löwen, K., Neubrand, M. & Tsai, Y.-M. (2019). *Fragebogenerhebung COACTIV – Erhebungszeitpunkt 2003 (Skalenkollektion)*. <https://doi.org/10.7477/40:42:1>
- Begrich, L., Fauth, B., Kunter, M. & Klieme, E. (2017). Wie informativ ist der erste Eindruck? Das Thin-Slices-Verfahren zur videobasierten Erfassung des Unterrichts. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 20(1), 23–47. <https://doi.org/10.1007/s11618-017-0730-x>
- Bürgermeister, A., Kampa, M., Rakoczy, K., Harks, B., Besser, M., Klieme, E., Blum, W. & Leiß, D. (2011). *Dokumentation der Befragungsinstrumente des Laborexperimentes im Projekt „Conditions and Consequences of Classroom Assessment“ (Co²CA)*. DIPF. <https://doi.org/10.25656/01:3528>
- Frey, A., Taskinen, P., Schütte, K. & Deutschland, P.-K. (2009). *PISA 2006 Skalenhandbuch: Dokumentation der Erhebungsinstrumente*. Waxmann.
- Füchter, A. (2012). Möglichkeiten der inneren Differenzierung und Individualisierung im gesellschaftswissenschaftlichen Unterricht. In M. Bönsch & K. Moegling (Hrsg.), *Binnendifferenzierung. Teil 2: Unterrichtsbeispiele für den binnendifferenzierten Unterricht* (S. 49–70). Verlag Barbara Budrich. <https://doi.org/10.2307/j.ctvddzjxq.6>
- Heinle, A., Todtenhöfer, P., Dümig, P., Lichtner, C., Reinhold, F., Reiss, K., Krauss, S., Neumann, K., & Schiepe-Tiska, A. (2025). Kodierschema zur Aufgaben-Analyse in PISA-Ceco: Orientierung an den Bildungsstandards, motivationales Potenzial und Potenzial zur kognitiven Aktivierung. In A. Schiepe-Tiska, S. Krauss, K. Reiss, & D. Lewalter (Hrsg.), *PISA-Ceco – Dokumentation der Erhebungsinstrumente der Begleitstudie zu PISA 2022. Einblicke in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht*. Waxmann.
- Hohenleitner, S., Stegmüller, N., Dittmer, A., Ehras, C., Neumann, K., Sorge, S., Schiering, D., Tepner, O., Telser, V., Münch, B., & Krauss, S. (2025). Dokumentation der Erhebung des fachdidaktischen Wissens von Lehrkräften. In A. Schiepe-Tiska, S. Krauss, K. Reiss, & D. Lewalter (Hrsg.), *PISA-Ceco – Dokumentation der Erhebungsinstrumente der Begleitstudie zu PISA 2022. Einblicke in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht*. Waxmann.
- Jerusalem, M., Drössler, S., Kleine, D., Klein-Heßling, J., Mittag, W. & Röder, B. (2009). *Förderung von Selbstwirksamkeit und Selbstbestimmung im Unterricht: Skalen zur Erfassung von Lehrer- und Schülermerkmalen*. Humboldt-Universität zu Berlin. https://www.erziehungswissenschaften.hu-berlin.de/de/paedpsych/forschung/Skalenbuch_FoSS.pdf
- Kunter, M., Baumert, J., Leutner, D., Terhart, E., Seidel, T., Dicke, T., Holzberger, D., Linninger, C., Lohse-Bossenz, H., Schulze-Stocker, F. & Stürmer, K. (2017). *Dokumentation der Erhebungsinstrumente der Projektphasen des BilWiss-Forschungsprogramms von 2009 bis 2016*.
- Kunter, M., & Voss, T. (2011). Das Modell der Unterrichtsqualität in COACTIV: Eine multikriteriale Analyse. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften – Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 85–113). Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830974338>
- Lewalter, D., Schreyer, I., Wild, K.-P. & Krapp, A. (1999). *Dokumentation und Analyse der Erhebungsverfahren in der „Intensivstudie Innerbetrieblicher Unterricht“*. Berichte aus dem DFG-Projekt „Bedingungen und Auswirkungen berufsspezifischer Lernmotivation“ (4).
- Mang, J., Ustjanzew, N., Leßke, I. & Reiss, K. (2019). *PISA 2015 Skalenhandbuch: Dokumentation der Erhebungsinstrumente*. Waxmann. <https://doi.org/10.25656/01:17449>
- Mang, J., Ustjanzew, N., Schiepe-Tiska, A., Prenzel, M. L., Sälzer, C., Müller, K. & González Rodríguez, E. (2018). *PISA 2012 Skalenhandbuch: Dokumentation der Erhebungsinstrumente*. Waxmann.
- Meyer, H. (2014). *Was ist guter Unterricht?* (10. Aufl.). Cornelsen Scriptor. <https://doi.org/10.1024/1861-6186/a000170>

- Moosbrugger, H. (2012). Klassische Testtheorie (KTT). In H. Moosbrugger & A. Kelava (Hrsg.), *Testtheorie und Fragebogenkonstruktion* (S. 103–117). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-642-20072-4_5
- Müller, M., Teufele, L., Bias, A., Diedrich, J., González Rodríguez, E., González Uriarte, A., Heine, J.-H., Heinle, M., Kastorff, T., Mang, J., Patzl, S., Seßler, S., Todtenhöfer, P., Tupac-Yupanqui, A., Weis, M., Ziernwald, L. & Lewalter, D. (Hrsg.). (2025). *PISA 2022 Skalenhandbuch. Dokumentation der Erhebungsinstrumente*. Waxmann.
- OECD. (2018). *TALIS 2018 Database*. <https://web-archive.oecd.org/2020-04-30/499238-TALIS-2018-MS-Teacher-Questionnaire-ENG.pdf>
- Ophardt, D., & Thiel, F. (2013). *Klassenmanagement: Ein Handbuch für Studium und Praxis*. Kohlhammer. <https://doi.org/10.17433/978-3-17-023845-9>
- Pfeiffer, W. (1984). Unterrichtsphasen bei der Beherrschung einer Lehreinheit. *Glottodidactica*, 17, 5–12.
- Prenzel, M., Kristen, A., Dengler, P., Ettl, R. & Beer, T. (1996). Selbstbestimmt motiviertes und interessantes Lernen in der kaufmännischen Erstausbildung. In K. Beck & H. Heid (Hrsg.), *Lehr-Lern-Prozesse in der kaufmännischen Erstausbildung: Wissenserwerb, Motivierungsgeschehen und Handlungskompetenzen* (S. 108–127). Franz Steiner Verlag.
- Ramm, G., Prenzel, M., Baumert, J., Blum, W., Lehmann, R., Leutner, D., Neubrand, M., Pekrun, R., Rost, J. & Schiefele, U. (2006). *PISA 2003: Dokumentation der Erhebungsinstrumente*. Waxmann.
- Rheinberg, F. (1980). *Leistungsbewertung und Lernmotivation*. Hogrefe.
- Schallberger, U. (2005). *Kurzskalen zur Erfassung der Positiven Aktivierung, Negativen Aktivierung und Valenz in Experience Sampling Studien (PANAVA-KS)*. Forschungsberichte aus dem Projekt „Qualität des Erlebens in Arbeit und Freizeit“ (6), 1–87.
- Schiepe-Tiska, A., Reiss, K., Krauss, S., Lazarides, R. & Lewalter, D. (Hrsg.) (in Vorbereitung). Mehrdimensionale Kompetenzorientierung im mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht – Ergebnisse aus PISA-Ceco 2022. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*.
- Seidel, T., Prenzel, M., Duit, R. & Lehrke, M. (2003). *SINUS-Skala zur Lernmotivation*. Institut für Schulqualität des Landes Berlin.
<https://www.isq.berlin/wordpress/werkzeuge/toolbox/verfahren-zur-erfassung-personaler-merkmale/sinus-skala-zur-lernmotivation/>

Stefanie Hohenleitner, Nathalie Stegmüller, Arne Dittmer,
Christina Ehas, Knut Neumann, Stefan Sorge, Dustin Schiering,
Oliver Tepner, Victoria Telser, Benjamin Münch & Stefan Krauss

Dokumentation der Erhebung des fachdidaktischen Wissens von Lehrkräften

Inhalt

Vorwort.....	213
Teil I: Konzeptualisierung, Konstruktion und Administration der Tests zum fachdidaktischen Wissen bei PISA-Ceco 2022.....	214
1. Überblick: Das fachdidaktische Wissen von Lehrkräften.....	214
1.1 Der Wissensbegriff bei PISA-Ceco	216
1.2 Facetten fachdidaktischen Wissens in PISA-Ceco	217
1.2.1 Wissen über kognitive Schülerfehler und -schwierigkeiten (Skog).....	218
1.2.2 Wissen über Erklären und Repräsentieren von Inhalten (E & R)	218
1.2.3 Wissen über das Potential von Lerngelegenheiten (Pot)	218
1.3 Itemwahl für die vier PISA-Ceco-Tests zum fachdidaktischen Wissen	219
1.3.1 Mathematik	219
1.3.2 Physik	220
1.3.3 Biologie.....	222
1.3.4 Chemie	224
2. Rating der Antworten der PISA-Ceco Lehrkräfte	226
2.1 Administration der FDW-Tests	226
2.2 Stichprobe und Rücklauf	226
2.3 Entwicklung der Kodierschemata	228
2.3.1 Mathematik	228
2.3.2 Physik, Biologie und Chemie.....	228
2.4 Schulung, Kodierprozess und Interraterreliabilität.....	229
2.4.1 Mathematik	229
2.4.2 Physik	232
2.4.3 Biologie.....	234
2.4.4 Chemie	235
Teil II: Kodierschemata der Einzelitems	237
1. Mathematik	238
1.1 Wissen über kognitive Schülerfehler und -schwierigkeiten (Skog).....	239
1.1.1 Item M_s1_f: Fehlervorhersage.....	239
1.1.2 Item M_s2_p: Parallelogramm.....	240
1.2 Wissen über Erklären und Repräsentieren von Inhalten (E & R)	241
1.2.1 Item M_e1_m: Minus 1	241
1.2.2 Item M_e2_t: Trapez	243
1.3 Wissen über das multiple Lösungspotential von Aufgaben (Pot)	244
1.3.1 Item M_p1_q: Quadrat.....	244
1.3.2 Item M_p2_n: Nachbarzahlen	245

2. Physik	248
2.1 Wissen über kognitive Schülerfehler und -schwierigkeiten (Skog).....	249
2.1.1 Item P_s1_s: Fehlvorstellungen einfache Stromkreise	249
2.1.2 Item P_s2_w: Fehlvorstellungen Wärmeleitfähigkeit.....	250
2.2 Wissen über Erklären und Repräsentieren von Inhalten (E & R).....	251
2.2.1 Item P_e1_m: Modelle und Analogien für Stromkreise	251
2.2.2 Item P_e2_w: Erklärung Wärmeleitfähigkeit.....	252
2.3 Wissen über Gestaltung von Erkenntnisgewinnungsprozessen (Pot).....	253
2.3.1 Item P_p1_l: Fragen stellen und Untersuchen zu Stromkreisen	253
2.3.2 Item P_p2_e: Diskussion von Experimenten zur Wärmeleitung.....	254
3. Biologie.....	257
3.1 Wissen über kognitive Schülerfehler und -schwierigkeiten (Skog).....	258
3.1.1 Item B_s1_m: Mendelsche Regeln.....	258
3.1.2 Item B_s2_t: Theorie	260
3.2 Wissen über Erklären und Repräsentieren von Inhalten (E & R).....	263
3.2.1 Item B_e1_g: Genotyp / Phänotyp	263
3.2.2 Item B_e2_s: Gehirnbeteiligung beim Sehen	264
3.3 Wissen über die Gestaltung von Erkenntnisgewinnungsprozessen (Pot).....	267
3.3.1 Item B_p1_m: Arbeit mit Modellen	267
3.3.2 Item B_p2_f: Fragen stellen	268
4. Chemie	271
4.1 Wissen über kognitive Schülerfehler und -schwierigkeiten (Skog).....	272
4.1.1 Item C_s1_s: Säuren.....	272
4.1.2 Item C_s2_a: Atombau.....	274
4.2 Wissen über Erklären und Repräsentieren von Inhalten (E & R).....	276
4.2.1 Item C_e1_s: Saure Lösungen.....	276
4.2.2 Item C_e2_a: Stoffeigenschaften	278
4.3 Wissen über die Gestaltung von Erkenntnisgewinnungsprozessen (Pot).....	280
4.3.1 Item C_p1_s: pH-Wert.....	280
4.3.2 Item C_p2_a: Atommodelle	282
5. Literaturverzeichnis.....	284

Vorwort

Das vorliegende Kapitel dokumentiert die Konstruktion, Administration und statistische Auswertung der im Rahmen von PISA-Ceco¹ entwickelten Professionswissenstests zum fachdidaktischen Wissen (FDW) von Lehrkräften in den Fächern Mathematik, Physik, Biologie und Chemie. Alle Items sowie die zugehörigen Kodiermanuale sind in Teil II zu finden.

Für die Erhebung des fachdidaktischen Wissens von Lehrkräften in Mathematik wurden aus dem bei COACTIV durchgeführten FDW-Test sechs (von insgesamt 23) Items ausgewählt und für PISA-Ceco als Kurzskala implementiert. Für diese sechs Items wurde auch das COACTIV-Kodierschema weiterentwickelt, unter anderem, um dem Online-Format der PISA-Ceco-Administration gerecht zu werden (der COACTIV FDW-Test war im Wesentlichen ein Paper-Pencil-Test). In den Fächern Physik, Biologie und Chemie wurde basierend auf den Arbeiten des FALKO-Projekts (Krauss et al., 2017), ProwiN-Chemie (Tepner & Dollny, 2014) sowie den Arbeiten in KiL/KeiLa (z. B. Sorge et al., 2019) eine gemeinsame und an COACTIV angelehnte Konzeptualisierung des FDW entwickelt. Für PISA-Ceco wurden zahlreiche FDW-Items neu konstruiert, aber auch bereits vorhandene Items (z. B. aus FALKO-Physik, Schödl & Göhring, 2017) adaptiert. Insgesamt wurden in jedem naturwissenschaftlichen Fach neun Items entwickelt, von denen nach einer Pilotierung jeweils sechs Items zum Einsatz in PISA-Ceco ausgewählt wurden. Die Kodierschemata für die insgesamt 18 naturwissenschaftlichen FDW-Items wurden in einem iterativen Prozess und im stetigen Austausch zwischen den Projektmitgliedern ebenfalls neu entwickelt.

In Teil I wird das FDW als Bestandteil professioneller Kompetenz von Lehrkräften in einen theoretischen Rahmen eingeordnet und die PISA-Ceco-Items den jeweiligen Facetten fachdidaktischen Wissens zugeordnet. Anschließend wird die Durchführung des Ratings der offenen Antworten der Lehrkräfte der PISA-Ceco-Stichprobe beschrieben.

Teil II dieses Kapitels beinhaltet die für die Ratings verwendeten Kodierschemata für jedes der insgesamt 24 FDW-Items im Detail. Für das Fach Mathematik werden dabei auch die Abweichungen vom COACTIV-Rating beziehungsweise entsprechende Ergänzungen beschrieben. Für die naturwissenschaftlichen Fächer Physik, Biologie und Chemie werden zudem Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Kodierschemata erläutert.

1 Ceco: **C**lassroom **e**xperience, **c**haracteristics and **o**utcome: multidimensional educational goals and the views of students and teachers

Teil I: Konzeptualisierung, Konstruktion und Administration der Tests zum fachdidaktischen Wissen bei PISA-Ceco 2022

1. Überblick: Das fachdidaktische Wissen von Lehrkräften

Mitte der 1980er Jahre beschrieb Shulman in seiner mittlerweile einschlägigen Taxonomie des professionellen Wissens von Lehrkräften sieben Wissenskategorien, darunter das Fachwissen (*content knowledge*) und das fachdidaktische Wissen (*pedagogical content knowledge*) als die beiden zentralen fachbezogenen Kategorien (Shulman, 1987). Diese beiden Wissenskategorien sind, zusammen mit dem fachunabhängigen pädagogisch-psychologischen Wissen (*pedagogical knowledge*), die derzeit vor allem im deutschsprachigen Diskurs als „die drei Kernkategorien“ bezeichneten Professionswissenskategorien (oftmals abgekürzt als FW, FDW und PW).²

Das fachdidaktische Wissen von Lehrkräften, das nach Shulman nötig ist, um die fachlichen Inhalte den Schüler*innen³ verständlich zu machen, konzeptualisiert er folgendermaßen:

Within the category of pedagogical content knowledge I include, for the most regularly taught topics in one's subject area, the most useful forms of representation of those ideas, the most powerful analogies, illustrations, examples, explanations, and demonstrations – in a word, the ways of representing and formulating the subject that make it comprehensible to others. Since there are no single most powerful forms of representation, the teacher must have at hand a veritable armamentarium of alternative forms of representation, some of which derive from research whereas others originate in the wisdom of practice. Pedagogical content knowledge also includes an understanding of what makes the learning of specific topics easy or difficult: the conceptions and preconceptions that students of different ages and backgrounds bring with them to the learning of those most frequently taught topics and lessons. If those preconceptions are misconceptions, which they so often are, teachers need knowledge of the strategies most likely to be fruitful in reorganizing the understanding of learners, because those learners are unlikely to appear before them as blank slates (Shulman, 1986, S. 9 f.).

Shulman charakterisiert damit bereits zwei Facetten des FDW von Lehrkräften: Das Wissen über inhaltsbezogene Instruktionsstrategien und Repräsentationsformen sowie das Wissen über Schülerkognitionen und Lernschwierigkeiten, die beide auch in den meisten Testkonstruktionen zum fachdidaktischen Wissen von Lehrkräften berücksichtigt werden. In PISA-Ceco kam – analog zu COACTIV und FALKO (Krauss et al., 2017) – als dritte Facette noch das

2 Im Folgenden werden die Bezeichnungen „fachdidaktisches Wissen (kurz: FDW)“ und „pedagogical content knowledge (kurz: PCK)“ synonym verwendet.

3 Die in dieser Dokumentation angewandte genderechte Schreibweise beinhaltet, dass bevorzugt inklusive neutrale Formen und Kurzformen mit Gendersternchen verwendet werden. Bei der Verwendung von Text (auch Abbildungen o.ä.) anderer Quellen wie die in dieser Dokumentation der Erhebungsinstrumente dargestellten Items für Lehrkräfte wird die Schreibweise der Autor*innen (beispielsweise die Doppelnennung) beibehalten.

Wissen über das Potential von Lerngelegenheiten dazu (siehe 1.2.3). Im Folgenden werden kurz einige alternative Weiterentwicklungen der Konzeptualisierung von FDW angedeutet.

Depaepe et al. (2013) unterscheiden für das Fach Mathematik beispielsweise acht verschiedene Facetten: (1) Wissen über Schülerfehler und Schülerschwierigkeiten, (2) Wissen über Unterrichtsstrategien und Repräsentationen, (3) Wissen über Aufgaben und kognitive Anforderungen, (4) Wissen über Bildungsziele, (5) Wissen über den Lehrplan und Unterrichtsmedien, (6) Kontextwissen, (7) Fachwissen und (8) pädagogisches Wissen. Während die ersten drei grob den in PISA-Ceco operationalisierten Facetten entsprechen, handelt es sich bei (4) und (5) um Metawissen, das im vorliegenden Projekt nicht adressiert wurde. Die Facette (6) Wissen um das Lernumfeld ist im Rahmen eines standardisierten Tests nur schwer erfassbar, da hierfür ein Abgleich mit tatsächlichen Schülerdaten nötig wäre. Facette (7) und (8) schließlich werden im deutschen Sprachraum üblicherweise als eigene Wissenskategorien konzeptualisiert.

Eine aktuelle Konzeptualisierung des FDW, die vor allem in den internationalen Naturwissenschaftsdidaktiken rezipiert wird, wird im Refined Consensus Model (RCM) of pedagogical content knowledge (PCK) von Carlson et al. (2019) vorgeschlagen. Dabei steht die *Anwendung* des FDW (*enacted PCK*) während der Planung, der Durchführung und des Reflektierens von Unterricht im Fokus. Basis dafür ist das *individuelle* FDW von Lehrpersonen (*personal PCK*), welches sich auf der einen Seite aus dem Disziplin-eigenen verfügbaren theoretischen FDW (*collective PCK*), auf der anderen Seite aber auch aus eigenen Erfahrungen speist. Damit werden sowohl Kontextabhängigkeiten als auch pädagogisches Wissen und Fachwissen sowie Kenntnisse der Lerngruppe, des Curriculums und der Leistungsmessung berücksichtigt (Carlson et al., 2019).

Fachübergreifend besteht nach Depaepe et al. (2013) in der Regel Konsens über folgende vier Aspekte des FDW (siehe auch Neumann et al., 2019):

- (1) Das FDW ist eine Form des praxisbezogenen Wissens von Lehrkräften, das notwendig für das Unterrichten ist.
- (2) Das Fachwissen ist eine wichtige und notwendige Voraussetzung für das FDW.
- (3) Das FDW verbindet das Fachwissen und das pädagogische Wissen.
- (4) Das FDW ist stets fachspezifisch.

Das FDW hat sich dabei nicht nur in der COACTIV-Studie unter mehr als 1000 Variablen als der stärkste Prädiktor für Unterrichtsqualität und den Leistungsfortschritt von Schüler*innen erwiesen (Baumert et al., 2010), es wird auch in einem aktuellen hochrangigen Literaturreview über die *Expertise* von Lehrkräften als einer der in diesem Forschungskontext am häufigsten genannten Kompetenzaspekte von Lehrkräften identifiziert (Anderson & Taner, 2023).

Eine aktuelle Zusammenstellung und Diskussion verschiedener FDW-Tests für das Fach Mathematik wird in Krauss und Lindl (2023) gegeben, für naturwissenschaftliche Fächer ist Carlson et al. (2019) einschlägig. Einen Überblick über FDW-Tests aus anderen Unterrichtsfächern geben beispielsweise Krauss et al. (2017, 2020).

1.1 Der Wissensbegriff in PISA-Ceco⁴

Das bei PISA-Ceco gemessene theoretische deklarative, prozedurale und konditionale Wissen ist im Sinne der Handlungskompetenz nach Weinert (2001) eine notwendige Voraussetzung für professionelles Handeln im Unterricht. Dies bedeutet, dass aus einer schriftlichen Antwort einer Lehrkraft auf ein Item, in dem beispielsweise etwas auf fachdidaktisch adäquate Weise erklärt werden soll, nicht automatisch geschlossen werden kann, dass diese Lehrkraft diese Erklärung auch im spontanen Unterrichtsgeschehen umsetzen kann. Umgekehrt kann aber davon ausgegangen werden, dass nur eine theoretische Kenntnis eines bestimmten Erklärungsweges dessen Einsatz im Unterricht ermöglicht und dass ein diesbezüglicher Mangel in der Wissensbasis zu einer Einschränkung der Handlungsfähigkeit im Unterricht führt (Baumert et al., 2001).

Eine weitere Annahme ist, dass professionelles Wissen domänenspezifisch, ausbildungsabhängig und grundsätzlich auch erlern- und vermittelbar ist (vgl. Klieme & Leutner, 2006), selbst wenn seine operative Gestalt erst durch praktische Erfahrung erreicht wird (Neuweg, 2005; Oser et al., 2006). Die in der Ausbildung erworbene konzeptuelle Wissensbasis ist durch praktische Erfahrung jedoch prinzipiell nicht zu ersetzen, zumindest insofern konzeptuelles Wissen die Wahrnehmung unterrichtlicher Situationen vorstrukturiert (Bromme, 1997) und damit auch implizites Lernen reguliert (Baumert et al., 2011). Somit setzt sich PISA-Ceco einerseits von beruflichen Eignungsmodellen ab, die Talent, Begabung oder andere stabile Persönlichkeitsmerkmale als primär ausschlaggebend für den Berufserfolg sehen (Helsing, 2007; Yeh, 2009) und andererseits von berufspraktischen Sozialisationsmodellen, die die entscheidende Rolle der Erfahrung und implizitem Können zuschreiben (Lieberman & Miller, 1992; Hiebert et al., 2002), ohne jedoch mögliche Interaktionen zwischen persönlichen Voraussetzungen und Wissenserwerb oder den Einfluss der Berufserfahrung aus dem Blick zu verlieren.

Der Unterscheidung von theoretisch-formalem und praktischem Wissen und Können folgend (*formal vs. practical knowledge* bzw. *knowledge in action*, z. B. Fenstermacher, 1994), lässt sich beispielsweise das im Rahmen von COACTIV bzw. FALKO operationalisierte Fachwissen (FW) primär als theoretisch-formales Wissen beschreiben. Dies gilt ebenso für das pädagogische Wissen (PW) und das fachdidaktische Wissen (FDW), falls es forschungsbasiert erzeugt oder begründet wurde. FDW als praktisches Wissen, das auf Unterrichtserfahrung basiert, ist in spezifische Situationen gerahmt und oft auf konkrete Problemstellungen bezogen. Auch wenn dieses Wissen im schnellen Handlungsvollzug in der Regel implizit bleibt, ist es nach Fenstermacher (1994) im praktischen Diskurs und somit auch in einer (offenen) Antwort in einem Wissenstest (!) durch die Urteilskraft des professionell Lehrenden rechtfertigungsfähig (Baumert & Kunter, 2011; Hiebert et al., 2002; Neuweg, 2005).

Für große Bereiche des formalen, aber auch für Teile des praktischen Wissens, kann man annehmen, dass es mental propositional repräsentiert ist und mit semantischen Netzwerken beschrieben werden kann (Collins & Loftus, 1975; De Deyne et al., 2017). Für praktisches Wissen – vor allem wenn es über Unterrichtserfahrung erworben wurde – ist auch eine Repräsentation als Ereignisschemata, zum Beispiel in Form von Einzelfällen, Unterrichtsepisoden oder Sequenzen von Episoden (Skripts) denkbar (Baumert & Kunter, 2011). Die in PISA-Ceco implementierten Items erlauben in der Regel eine Beantwortung durch Rückgriff auf theoretisch-formales Wissen, aber auch Lösungen, die auf Berufserfahrung basieren, sind prinzipiell denkbar. Auch wenn in PISA-Ceco im Wesentlichen deklaratives Wissen getestet wird, haben

4 Abschnitt 1.1 entspricht im Wesentlichen Abschnitt 2.4 im Einleitungskapitel des FALKO-Kompends (Krauss et al., 2017).

gerade die naturwissenschaftlichen Items zum Wissen über die Gestaltung von Erkenntnisgewinnungsprozessen auch prozeduralen Charakter.

Aus dem Ziel, in den PISA-Ceco-Tests die unterrichtliche Handlungsfähigkeit abzubilden, ergibt sich auch die Verwendung von offenen Itemformaten (alle 24 FDW-Items sind offen gestellt; vgl. Teil II.). Insbesondere mit offenen Items und somit unter Ausschluss der Gefahr, lediglich Wiedererkennungseffekte zu überprüfen (Bühner, 2011), kann Kompetenz im Sinne einer *Readiness für das spontane Entwickeln von unterrichtlichen Handlungsoptionen* abgebildet werden. Dabei sind sowohl auf theoretischem Wissen beruhende als auch erfahrungsbasierte und an Episoden gebundene Antworten möglich.

Die theoretische Annahme bei PISA-Ceco war außerdem, dass es ein Indikator für vernetztes und flexibel anwendbares Professionswissen ist, wenn eine Lehrkraft, zum Beispiel je nach Unterrichtssituation, Leistungsfähigkeit oder Klassenstufe von Schüler*innen, in einer didaktisch kritischen Situation möglichst aus unterschiedlichen Alternativen wählen kann, also über ein *Repertoire* von Handlungsoptionen verfügt. Aus diesem Grund wurden in PISA-Ceco überwiegend Items eingesetzt, in denen nach mehreren potenziellen Erklärungen bzw. nach verschiedenen möglichen Fehlvorstellungen gefragt wird.

1.2 Facetten fachdidaktischen Wissens in PISA-Ceco

Sowohl für die Mathematiklehrkräfte als auch für die Lehrkräfte der naturwissenschaftlichen Fächer Physik, Biologie und Chemie wird bei PISA-Ceco das fachdidaktische Wissen jeweils durch drei Facetten repräsentiert: *Wissen über kognitive Schülerfehler und -schwierigkeiten* (Skog), *Wissen über Erklären und Repräsentieren von Inhalten* (E & R) sowie das *Wissen über das Potential von Aufgaben* bzw. *von Lerngelegenheiten zur Gestaltung von Erkenntnisgewinnungsprozessen* (Pot).

Während die ersten beiden Facetten fachdidaktischen Wissens sowohl für Mathematik als auch die naturwissenschaftlichen Fächer operationalisiert wurden, gibt es bei der dritten Facette eine leichte Variation: In der Mathematik wurde – wie in COACTIV – das *Wissen über das multiple Lösungspotential von Aufgaben* als dritte Facette betrachtet. Da das Lösen von Aufgaben vor allem im *Mathematik*unterricht eine zentrale Rolle spielt (Neubrand et al., 2011), wurde bereits im FALKO-Projekt, in dem FDW-Tests für Fächer wie Deutsch, Englisch, Latein, Musik oder Religion konstruiert wurden, das Verständnis des Potentialbegriffs erweitert. Statt des *Aufgabenpotentials* wurde in diesen Fächern etwas allgemeiner das *Potential von Lernmaterialien für verständnisvolles Lernen* operationalisiert (Krauss et al., 2017).

Da in allen drei bei PISA-Ceco vertretenen Naturwissenschaften – im Gegensatz zur Mathematik, aber auch zu sprachlichen oder künstlerischen Fächern – *Modelle und Experimente* eine hervorgehobene Rolle spielen, wurde in Physik, Biologie und Chemie bei PISA-Ceco das *Wissen über die Gestaltung von forschend-entdeckenden Erkenntnisgewinnungsprozessen* als dritte FDW-Facette neu konzeptualisiert und operationalisiert. In Bezug auf diese Facette sollte getestet werden, ob Lehrkräfte in der Lage sind, das *Potential einer Lerngelegenheit für forschend-entdeckende Erkenntnisgewinnungsprozesse* zu entfalten und somit *inquiry-based learning* (z. B. KMK, 2024; NGSS, 2013) zu initiieren. Dabei kann der Lerngegenstand entweder anhand von Modellen oder Experimenten thematisiert werden.

Fachübergreifend wurden für alle vier PISA-Ceco-Fächer (Mathematik, Physik, Biologie und Chemie) die drei genannten Facetten mit jeweils zwei Items operationalisiert, sodass der FDW-Test für jedes Fach insgesamt sechs Items umfasst.

1.2.1 *Wissen über kognitive Schülerfehler und -schwierigkeiten (Skog)*

Die Facette *Wissen über kognitive Schülerfehler und -schwierigkeiten* beschreibt die Kenntnisse einer Lehrkraft über inhaltliche Schülerkognitionen mit dem Fokus auf typische Probleme und Fehlkonzeptionen von Schüler*innen (z. B. Metcalfe, 2017). Die Operationalisierung dieser Facette bezieht sich auf fachlich problematische Vorannahmen, die eine Entwicklung angemessener Vorstellungen erschweren oder verhindern (für das Fach Mathematik siehe z. B. COACTIV, Krauss et al., 2008). In den Naturwissenschaften schließt diese Facette direkt an den Diskurs über Schülervorstellungen beziehungsweise Alltagsvorstellungen an (z. B. Schecker et al., 2018; Gropengießer & Marohn, 2018) und steht in der Tradition von Projekten wie ProwiN (Tepner et al., 2012) oder KiL (Sorge et al., 2019).

1.2.2 *Wissen über Erklären und Repräsentieren von Inhalten (E & R)*

Die Facette *Wissen über Erklären und Repräsentieren* rekurriert auf die Fähigkeit von Lehrkräften, Schüler*innen fachliche Inhalte verständlich zu machen (z. B. Shulman, 1987). Da der Unterrichtsstoff immer durch verschiedene Erklärungsansätze beziehungsweise Repräsentationsformen dargestellt und entwickelt werden kann, ist ein Wissensrepertoire über solche Wege – inklusive Beispielen, Visualisierungen oder auch Analogien – von entscheidender Bedeutung für das Lernen von Schüler*innen. In den Naturwissenschaften wird das Wissensrepertoire außerdem durch das Wissen über spezifische Modelle beziehungsweise Experimente erweitert, die sich insbesondere auch für unterrichtliche Erklärungen eignen.

1.2.3 *Wissen über das Potential von Lerngelegenheiten (Pot)*

Mathematik: Multiple Lösbarkeit von Aufgaben

Da Aufgaben im Mathematikunterricht eine zentrale Rolle spielen, sowie aus Gründen der Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit der COACTIV-Studie, bildet im Fach Mathematik das *Wissen über das multiple Lösungspotential von Aufgaben* die dritte FDW-Facette. Eine Mathematiklehrkraft sollte sowohl die – auf unterschiedlichen Repräsentationsmöglichkeiten basierende – Lösbarkeit von Aufgaben als auch die strukturellen Unterschiede von Lösungen erkennen (Große, 2005; Krauss et al., 2011).

Physik, Biologie, Chemie: Gestaltung von Erkenntnisgewinnungsprozessen

In den Fächern Physik, Biologie und Chemie sollen Schüler*innen durch den Einsatz naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen sowie durch eine explizite Reflexion über das Wesen der Naturwissenschaften u. a. dazu befähigt werden, Diskussionen (auch in der Öffentlichkeit) über naturwissenschaftliche Erkenntnisprozesse nachzuvollziehen (z. B. Osborne et al., 2022, vgl. auch Bildungsstandards, z. B. KMK, 2024). Damit Schüler*innen diese Fähigkeiten erwerben, ist es notwendig, dass Lehrkräfte einen Unterricht gestalten können, der die unterschiedlichen Phasen von Erkenntnisgewinnungsprozessen in angemessener Weise

repräsentiert und der somit das Potential hat, verschiedenste Phasen und Prozesse (aktiv) erlebbar zu machen. Demzufolge bildet in den drei Naturwissenschaftstests das *Wissen über das Potential von Lerngelegenheiten zur Gestaltung forschend-entdeckender Erkenntnisgewinnungsprozesse* jeweils die dritte FDW-Facette. Diese Facette wird im Folgenden auch kurz „Wissen über die Gestaltung von Erkenntnisgewinnungsprozessen“ genannt.

Die Abkürzung (Pot) bezieht somit auf alle vier Fächer gleichermaßen.

1.3 Itemwahl für die vier PISA-Ceco-Tests zum fachdidaktischen Wissen

Im Folgenden werden für das Fach Mathematik die Auswahl der Items aus dem COACTIV-Test sowie für die drei Naturwissenschaften die Neukonstruktionen bzw. Adaptionen von Items erläutert und die Items den jeweiligen Facetten zugeordnet. Die vollständigen Itemformulierungen sowie die zugehörigen Kodiermanuale aller 24 in PISA-Ceco verwendeten FDW-Items können Teil II des Kapitels entnommen werden.

1.3.1 Mathematik

Im Rahmen der COACTIV-Studie wurden für die Facette *Skog* neun, für die Facette *E & R* dreizehn und für die Facette *Pot* vier Items entwickelt, die jeweils den Stoff der Sekundarstufe thematisierten (für ausführliche Hintergrundinformationen siehe Krauss, 2009). Für PISA-Ceco wurden für jede Facette jeweils zwei Items ausgewählt (Tabelle 1), die sich in COACTIV auch als Einzelitems als prädiktiv valide zur Vorhersage der Unterrichtsqualität und für den Kompetenzzuwachs von Schüler*innen erwiesen haben. Weitere Auswahlkriterien waren, dass die Items in COACTIV jeweils hohe Trennschärfen in Bezug auf den Gesamttest aufwiesen und dass die Themenbereiche Algebra/Arithmetik bzw. Geometrie in PISA-Ceco ausgewogen vertreten sind.

Tabelle 1: Übersicht zu den implementierten Items pro FDW-Facette und Themenbereich im Fach Mathematik

FDW-Facette Fachlicher Themenbereich	Wissen über kognitive Schülerfehler und -schwierigkeiten (Skog)	Wissen über Erklären und Repräsentieren von Inhalten (E & R)	Wissen über das multiple Lösungspotential von Aufgaben (Pot)
Algebra / Arithmetik	Fehlervorhersage (M_s1_f)	Minus 1 (M_e1_m)	Nachbarzahlen (M_p2_n)
Geometrie	Parallelogramm (M_s2_p)	Trapez (M_e2_t)	Quadrat (M_p1_q)

Wissen über kognitive Schülerfehler und -schwierigkeiten (Skog)

Für die Facette *Skog* wurden in PISA-Ceco die Items „Fehlervorhersage“⁵ und „Parallelogramm“ implementiert. Beim Item „Fehlervorhersage“ werden den Lehrkräften zwei falsche Ergebnisse einer Schülerin bei der Berechnung des Sinus präsentiert und es soll vorausgesagt werden, welches Ergebnis die Schülerin bei einer weiteren Aufgabe zu diesem Thema wahrscheinlich herausbekommen wird. Beim Item „Parallelogramm“ soll ein Beispiel eines Parallelogramms

5 Bei COACTIV wurden drei Items mit den Bezeichnungen „Fehlervorhersage 1 – 3“ implementiert (Krauss, 2009). Beim in PISA-Ceco verwendeten Item handelt es sich um „Fehlervorhersage 3“.

skizziert werden, bei dem Schüler*innen eventuell Probleme bei der Berechnung des Flächeninhalts haben könnten.

Wissen über Erklären und Repräsentieren von Inhalten (E & R)

Die Items „Minus 1“ und „Trapez“ wurden für die Facette *E & R* gewählt. Beim ersten Item soll einer Schülerin auf verschiedene Arten erläutert werden, warum $(-1) \cdot (-1) = 1$ ergibt. Beim zweiten Item werden den Lehrkräften vier leicht variierende Formeln zur Berechnung des Flächeninhalts von Trapezen präsentiert, die auf vier Möglichkeiten der Zerlegung eines Trapezes zurückgeführt werden können. Dies soll erkannt und der didaktische Nutzen der Betrachtung aller vier Formeln entsprechend erläutert werden.

Wissen über das multiple Lösungspotential von Aufgaben (Pot)

Für die Facette *Pot* wurden die beiden Items „Quadrat“ und „Nachbarzahlen“ implementiert. Beim Item „Quadrat“ soll erläutert werden, wie sich der Flächeninhalt eines Quadrats verändert, wenn dessen Seitenlängen verdreifacht werden. Beim zweiten Item soll die Aussage eines Schülers bewiesen (oder widerlegt) werden, der behauptet, dass das Quadrat einer natürlichen Zahl stets um 1 größer ist als das Produkt seiner beiden Nachbarzahlen. Zu beiden Items sollten dabei möglichst viele unterschiedliche Lösungsmöglichkeiten angegeben werden.

1.3.2 Physik

Wie auch in den Fächern Biologie und Chemie war ein zentrales Ziel bei der Gestaltung der Items für das Fach Physik, dass die Items zu den unterschiedlichen Facetten des FDW möglichst jeweils aus dem gleichen Themenbereich stammen sollten. Idealerweise sollte also zu einem bestimmten Themenbereich sowohl ein Item zum Wissen über Schülerfehler- und -schwierigkeiten, ein weiteres zum Erklären und Repräsentieren von Inhalten und ein drittes zur Gestaltung von Erkenntnisgewinnungsprozessen konstruiert werden. Dies sollte für die Lehrkräfte einen motivierenden Kontext darstellen, die Testbearbeitungszeit insgesamt reduzieren und gleichsam eine möglichst handlungsnahe Operationalisierung des FDW ermöglichen. Alle Items sind dennoch so gestaltet, dass sie sich auch unabhängig voneinander lösen lassen. Die entsprechenden Themen für die Aufgabenkomplexe sollten im Bereich der Sekundarstufe I angesiedelt sein, da dort auch die Felderhebung im PISA-Ceco-Projekt stattgefunden hat. Zudem sollten die Inhaltsgebiete auch Teil der Schulcurricula aller Länder sein (KMK, 2024).

Insgesamt wurden neun FDW-Items entweder neu konstruiert oder aus dem Projekt FALKO-Physik (Schödl & Göhring, 2017) adaptiert und weiterentwickelt. Basierend auf in FALKO ermittelten psychometrischen Kriterien (siehe Schödl, 2017) wurden zunächst Items aus den Inhaltsbereichen Geschwindigkeit, Stromkreise, Lichtstrahlen und Wärmeleitung ausgewählt und anschließend ggf. um die jeweils fehlenden Facette des FDW ergänzt. In Abstimmung mit dem Gesamtprojekt wurden daraus drei Inhaltsbereiche (Stromkreise, Lichtstrahlen und Wärmeleitung) und neun Items ausgewählt, die weiterentwickelt wurden. Diese wurden anschließend mit drei erfahrenen Lehrkräften und zwei ausgewiesenen Dozierenden der Physikdidaktik erprobt und diskutiert. So wurde zu jedem Item erhoben, inwiefern die Formulierung verständlich und die geschilderte Situation relevant für den Physikunterricht der Sekundarstufe I ist. Basierend auf den Ergebnissen dieser Pilotierung wurden die Items überarbeitet und schließlich sechs Items zu den Themen *Stromkreise* und *Wärmeleitung* ausgewählt (Tabelle 2).

Die Items aus dem Inhaltsbereich Lichtstrahlen wiesen eine weniger gute Passung zur Sekundarstufe I auf.

Tabelle 2: Übersicht zu den implementierten Items pro FDW-Facette und Themenbereich in Physik

FDW-Facette Fachlicher Themenbereich	Wissen über kognitive Schülerfehler und - schwierigkeiten (Skog)	Wissen über Erklären und Repräsentieren von Inhalten (E & R)	Wissen über die Gestaltung von Erkenntnisgewinnungs- prozessen (Pot)
Elektrische Stromkreise	Vorstellungen zu einfachen Stromkreisen (P_s1_s)	Modelle und Analogien (P_e1_m)	Lichterkeite Fragen entwickeln (P_p1_l)
Wärmeleitung	Vorstellung Wärmeleitfähigkeit (P_s2_w)	Erklärung Wärmeleitfähigkeit (P_e2_w)	Auswertung Experiment (P_p2_e)

Wissen über kognitive Schülerfehler und -schwierigkeiten (Skog)

Zur Beantwortung der Items aus der Facette *Skog* werden die teilnehmenden Lehrkräfte gebeten, möglichst viele fachlich unangemessene Vorstellungen für den Anfangsunterricht jeweils zum Thema Stromkreise und Wärmeleitfähigkeit aufzulisten. Zu beiden Themengebieten existieren bereits eine Vielzahl von Forschungsarbeiten, die entsprechende Vorstellungen von Schüler*innen charakterisieren und die damit als Grundlage für die Kodierung der Antworten dienen können (Schecker et al., 2018). So besitzen insbesondere jüngere Schüler*innen häufig die Vorstellung, dass ein Kabel bereits ausreicht, um eine Glühbirne zum Leuchten zu bringen, da in der Glühbirne die im Kabel fließende Substanz verbraucht wird (Wilhelm & Hopf, 2018). Darüber hinaus existiert eine große Bandbreite von Vorstellungen zu den Begriffen Spannung und Stromstärke sowie deren Wechselwirkung. Auch im Bereich der Wärmeleitung finden sich häufig stoffliche Vorstellungen, die Wärme mit einer Substanz gleichsetzen (Fischler & Schecker, 2018).

Wissen über Erklären und Repräsentieren von Inhalten (E & R)

Die Items der Facette *E & R* greifen die beiden Inhaltsbereiche erneut auf und erfassen das Repertoire von Lehrkräften zur Vermittlung dieser Inhalte. Zum Thema Stromkreise sollen so möglichst viele Modelle und Analogien genannt und knapp erläutert werden, um den Spannungsbegriff einzuführen. Dabei können die Lehrkräfte ebenfalls auf eine Vielzahl etablierter Modelle und Analogien wie beispielsweise Konzeptionen basierend auf dem Wasserkreislauf oder das Elektronengasmodell zurückgreifen (Burdy & Wilhelm, 2021). Dabei ist zentral, dass der Analogieschluss vom Modell zu den Größen des Stromkreises expliziert wird. Für den Inhaltsbereich der Wärmeleitung soll auf die typische Erfahrung von Schüler*innen, dass sich unterschiedliche Stoffe unterschiedlich warm anfühlen, adäquat reagiert und verschiedene Erklärungsansätze beschrieben werden. Details zu möglichen Erklärungsansätzen sind in Teil II dieses Kapitels zu finden.

Wissen über die Gestaltung von Erkenntnisgewinnungsprozessen (Pot)

Für die Facette *Pot* wurden beide Items neu entwickelt. Dabei sollen unterschiedliche naturwissenschaftliche Tätigkeiten bei der Planung des Unterrichts berücksichtigt werden. Hierzu zählen unter anderem das Stellen von Fragen, das Experimentieren sowie das Modellieren (z. B. NGSS, 2013). Konkret sollen die Lehrkräfte für den Inhaltsbereich Stromkreise basierend auf dem Phänomen der Lichterkeite Aktivitäten vorschlagen, damit Schüler*innen Fragen entwickeln und diese im Anschluss untersuchen. Damit greift das Item sowohl die naturwissenschaftliche Tätigkeit des Fragenstellens als auch des Planens und Durchführens von

Experimenten auf. In Ergänzung sollen dazu für den Inhaltsbereich der Wärmeleitung die konfligierenden Ergebnisse nach der Durchführung eines Experiments ausgewertet und darauf wiederum aufbauend eine neue Untersuchung geplant werden. Mit diesem Item wird die Bedeutung der Variablenkontrollstrategie als zentralem Element von Experimentierprozessen herausgestellt.

1.3.3 Biologie

Im Fach Biologie wurden in einem ersten Arbeitsschritt neun Items neu entwickelt. Die Themenbereiche wurden dabei so gewählt, dass sie den Lehrplaninhalten der Sekundarstufe I bzw. deren Äquivalenten in allen Bundesländern zuordenbar sind. Die Items bilden somit für die Biologie fachtypische sowie für das fachliche Lernen besonders relevante Inhalte ab.

Durch die Einbettung verschiedener Items in einen unterrichtsbezogenen Themenbereich (vgl. Tabelle 3) soll das Eindringen in die fachlichen Bezüge erleichtert sowie die Motivation während der Bearbeitung erhöht werden. Alle Items sind jedoch so gestaltet, dass sie sich auch unabhängig voneinander lösen lassen.

Die neun initial erstellten Items wurden mit den Projektbeteiligten sowie weiteren Biologiedidaktiker*innen diskutiert und in mehreren Schritten überarbeitet. Im Hinblick auf die eingeschätzte Aufgabenschwierigkeit wurden sechs Items ausgewählt, die mit einer erfahrenen Lehrkraft und zwei Didaktikerinnen pilotiert wurden. Im Zuge dieser Pilotierung wurden die Teilnehmenden nicht nur zur Bearbeitung der Items aufgefordert, sondern auch gebeten, Rückmeldungen zur Verständlichkeit und fachlichen Relevanz der Aufgabenstellungen zu geben. Auf Basis der Ergebnisse sowie im Abgleich mit den allgemeinen Rückmeldungen aus den anderen Fächern wurden die Items erneut überarbeitet.

Tabelle 3: Übersicht zu den implementierten Items pro FDW-Facette und Themenbereich im Fach Biologie

FDW-Facette Fachlicher Themenbereich	Wissen über kognitive Schülerfehler und -schwierigkeiten (Skog)	Wissen über Erklären und Repräsentieren von Inhalten (E & R)	Wissen über die Gestaltung von Erkenntnisgewinnungs- prozessen (Pot)
Genetik	Mendelsche Regeln (B_s1_m)	Genotyp / Phänotyp (B_e1_g)	Arbeit mit Modellen (B_p1_m)
Theorien in der Biologie	Theorie (B_s2_t)		
Visuelle Wahrnehmung		Gehirnbeteiligung beim Sehen (B_e2_s)	Fragen stellen (B_p2_f)

Wissen über kognitive Schülerfehler und -schwierigkeiten (Skog)

Für die Facette *Skog* wurden im Themenbereich *Genetik* die Mendelschen Versuche bzw. die Mendelschen Regeln gewählt, da hierzu zahlreiche empirische Befunde zu Schüler*innen- bzw. Alltagsvorstellungen vorliegen (z. B. Hammann & Asshoff, 2014; Kattmann, 2015). Fachlich nimmt das Item im Themenbereich Genetik Bezug auf ein grundlegendes Verständnis genetischer Rekombination, der Evolution und auf das hiermit verknüpfte Konzept der biologischen Diversität. Typische Vorstellungen von Schüler*innen – allgemein im Kontext der Genetik und im Speziellen unterstützt durch den unterrichtlichen Fokus auf die Mendelschen Regeln – beziehen sich dabei beispielsweise auf die Reduzierung der Ursache von Diversität und Individualität auf den genetischen (meist monogenen) Faktor, wobei Einflüsse der Umwelt außer Acht gelassen werden (*genetischer Determinismus*; Hammann & Asshoff, 2014).

Das Item zu Vorstellungen über *Theorien in der Biologie* nimmt Bezug auf den naturwissenschaftsdidaktischen Lern- und Forschungsbereich *Nature of Science* und wurde aufgrund der fachlichen Relevanz und seiner Bezüge zu aktuellen Problemlagen (beispielsweise Wissenschafts- oder Klimaleugnung) als Einzelitem implementiert. Auch für Schüler*innen- bzw. Alltagsvorstellungen zu biologischen Theorien liegen empirische Befunde vor (z. B. Hammann & Asshoff, 2014; Kattmann, 2015; Reinisch & Krüger, 2014). So zeigt sich beispielsweise, dass Schüler*innen Theorien als bloße Vermutung ohne Evidenzbasierung auffassen (Kattmann, 2015).

Wissen über Erklären und Repräsentieren (E & R)

Für die Facette *E & R* wurden als Grundlage Schüler*innen- bzw. Alltagsvorstellungen aus den Themenbereichen *Genetik* und *visuelle Wahrnehmung* herangezogen. Diese kommen im Unterricht häufig vor, sodass viele Lehrkräfte damit in ähnlicher Form in ihrem Unterricht bereits konfrontiert worden sein sollten. Die Schwierigkeit, auf die sich das Item im Themenbereich *Genetik* bezieht, adressiert die Konzepte „Genotyp und Phänotyp“, deren Unterscheidung Schüler*innen häufig schwerfällt (Hammann & Asshoff, 2014). Die Unterscheidung zwischen genetischen Anlagen (Genotyp) und den beobachtbaren Merkmalen, die Individuen zeigen (Phänotyp), ist jedoch von großer Bedeutung für ein Verständnis evolutionärer Prozesse. Die Schwierigkeit des Items aus dem Themenbereich *visuelle Wahrnehmung* fokussiert die fachlich nicht anschlussfähige Vorstellung, dass die Augen unmittelbar Objekte sehen bzw. abbilden. Bei dieser Schüler*innen- bzw. Alltagsvorstellung wird in der Regel außer Acht gelassen, dass nach einer sensorischen Reizweiterleitung Bilder und Bedeutungen erst im Gehirn entstehen (*naiver Realismus*; Hammann & Asshoff, 2014).

Wissen über die Gestaltung von Erkenntnisgewinnungsprozessen (Pot)

Für die Facette *Pot* wurden zwei Items zu den Themenbereichen *Genetik* und *visuelle Wahrnehmung* implementiert. Diese fokussieren jeweils schwerpunktmäßig einen Teil des naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnungsprozesses (z. B. NGSS, 2013) und dessen schülerorientierte Umsetzung im Unterricht, nämlich zum einen die Erarbeitung von Fragestellungen und zum anderen die Arbeit mit Modellen. Das Item mit dem Fokus auf die Erarbeitung von Fragestellungen durch Schüler*innen im Themenbereich *visuelle Wahrnehmung* nimmt fachlichen Bezug auf die Bedeutung von Fragen als Ausgangspunkt naturwissenschaftlicher Untersuchungen sowie die Rolle von Kreativität, um Fragestellungen zu entwickeln (Lederman, 2006). Das zweite Item nimmt die Arbeit mit Modellen als eine zentrale Tätigkeit im naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess in den Blick (Upmeyer zu Belzen & Krüger, 2010, 2019). Die Modellarbeit zur Erkenntnisgewinnung wird dabei abgegrenzt vom Einsatz von Modellen als Lernmedium. Während im letzteren Fall Modelle insbesondere dazu genutzt werden, um fachliche Inhalte im Vermittlungsprozess anschaulicher darzustellen, wird beim naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess die Modellarbeit selbst zum Gegenstand des Unterrichts.

1.3.4 Chemie

Bei der Konstruktion der Items in Chemie konnte zum Teil auf bereits validierte und erprobte Testitems aus dem ProwiN-Projekt zurückgegriffen werden (Tepner & Dollny, 2014). Da diese für ein geschlossenes Antwortformat entwickelt worden waren, wurden sie für PISA-Ceco in ein offenes Antwortformat überführt. Damit wurde die Vergleichbarkeit mit den anderen drei beteiligten Fächern gewährleistet.

Zunächst wurden im Rahmen von zwei Pilotierungsstudien jeweils drei Items zu den drei Themenbereichen *Atombau*, *Saure und basische Lösungen* sowie *Bau des Wassermoleküls* erprobt. An der Pilotierung waren elf Personen beteiligt, von denen sechs in der Fachdidaktik und drei in der Fachwissenschaft promoviert waren und über entsprechende theoretische Vorkenntnisse verfügten. Die dabei beteiligten Lehrkräfte deckten darüber hinaus alle relevanten Schularten ab. Neben den offenen Antworten wurden zu jedem Item Einschätzungen zur Relevanz und Verständlichkeit der Formulierungen erbeten.

Als Konsequenz aus der ersten Pilotierung wurden die Items zum Themenbereich *Bau des Wassermoleküls* für die weitere Verwendung ausgeschlossen, u.a. weil die Aufgabenteile laut der einbezogenen Expert*innen hinsichtlich der möglichen Fachtiefe als sehr offen interpretiert wurden und eine vergleichende Bewertung verschiedener Schularten kaum möglich gewesen wäre. Zwei Items zu *Sauren und basischen Lösungen* wurden umformuliert, um eine mögliche Beantwortung unter Rückgriff auf das Konzept der „Säurestärke“ in der Mittelstufe zu vermeiden. Zudem wurden zwei Items zum *Atombau* zum einen aus sprachlichen Gründen umformuliert, und zum anderen, um sich ausschließlich auf den in der Schule geläufigeren Aspekt (Grenzen von Atommodellen) zu beschränken. Die umformulierten Items wurden erneut mit dem gleichen Personenkreis pilotiert und als geeignet und verständlich formuliert beurteilt.

Letztlich wurden *Saure und basische Lösungen* sowie *Atombau* als zwei für die Sekundarstufe I zentrale Themenfelder des Chemieunterrichts ausgewählt, welche in den Lehrplänen aller Bundesländer vorgesehen sind. Ergänzend eigneten sich die beiden Themenbereiche, um jeweils alle drei FDW-Facetten zu operationalisieren, was zur Motivation der Studienteilnehmenden und zur Effizienz bei der Itembearbeitung beitragen sollte. Trotz des Bezugs von je drei Items zu einem Themenfeld können alle sechs Items auch unabhängig voneinander bearbeitet werden (Tabelle 4).

Tabelle 4: Übersicht zu den implementierten Items pro FDW-Facette und Themenbereich im Fach Chemie

Fachlicher Themenbereich \ FDW-Facette	Wissen über kognitive Schülerfehler und -schwierigkeiten (Skog)	Wissen über Erklären und Repräsentieren von Inhalten (E & R)	Wissen über die Gestaltung von Erkenntnisgewinnungsprozessen (Pot)
Saure & basische Lösungen	Gründe für Fehlvorstellungen (C_s1_s)	Erklärungen Unterschied Säure & saure Lösung (C_e1_s)	Planung Experiment pH-Wert (C_p1_s)
Atombau	Gründe für Fehlvorstellungen (C_s2_a)	Begegnung Vermischen Stoff-Teilchenebene (C_e2_a)	Merkmale & Grenzen Atommodelle (C_p2_a)

Wissen über kognitive Schülerfehler und -schwierigkeiten (Skog)

In den Items zu *Skog* werden literaturbasiert typische Schülerfehlvorstellungen adressiert, welche im Chemieunterricht von grundsätzlicher Bedeutung sind, weil sie Hinweise auf konzeptuelle Missverständnisse geben, welche sich auf das Lernen nachfolgender Inhalte negativ auswirken können. Dies betrifft sowohl die Eigenschaften von sauren Lösungen in

Relation zu basischen Lösungen als auch die Vermischung von Stoff- und Teilchenebene (Barke, 2006; Harrison & Treagust, 1996). In beiden Items spielen Alltagserfahrungen und die Verwendung von Alltagssprache eine Rolle. Typische Alltagsvorstellungen sind u. a., dass Säuren/saure Lösungen als gefährlicher erachtet werden als Basen/basische Lösungen sowie das Schließen von makroskopisch wahrnehmbaren Stoffeigenschaften wie Härte auf Eigenschaften der Teilchenebene. Bezüglich der zugrundeliegenden fachlichen Fehlkonzepte stellen auch das Gleichsetzen von Säurestärke und pH-Wert, welcher aufgrund seiner logarithmischen Skala ohnehin schwierig zu verstehen ist, sowie Vorstellungen auf der Diskontinuumsebene didaktische Herausforderungen dar.

Wissen über Erklären und Repräsentieren von Inhalten (E & R)

Die beiden Items zur Facette *E & R* greifen die zuvor adressierten Fehlvorstellungen auf, um zu vermeiden, dass sich die Lehrkräfte inhaltlich neu eindenken müssen. Es sollen Vorschläge aufgezählt werden, wie der Unterschied zwischen Säure und Säurelösung erklärt und der Vermischung von Stoff- und Teilcheneigenschaften entgegengewirkt werden kann. Es können auch Experimente und Modelle/Skizzen einbezogen werden.

Wissen über die Gestaltung von Erkenntnisgewinnungsprozessen (Pot)

Für die Facette *Pot* wurden zwei Items neu entwickelt, um Kompetenzen zu prüfen, welche das schülerorientierte Erarbeiten von Experimenten und Modellgrenzen adressieren (z. B. NGSS, 2013). Der letzte Aspekt geht über das im Chemieunterricht übliche Verwenden von Modellen zur Veranschaulichung der Teilchenebene hinaus und schlägt eine Brücke zum Wissen über die Naturwissenschaften (*Nature of Science*). In den Items werden ebenfalls typische Fehlkonzepte zum pH-Wert und Grenzen von Atommodellen aufgegriffen, welche experimentell bzw. anhand des Einsatzes von Modellen mit Schüler*innen thematisiert werden sollen (Barke, 2006; McComas, 1998).

2. Rating der Antworten der PISA-Ceco Lehrkräfte

2.1 Administration der FDW-Tests

Im Rahmen von PISA-Ceco erhielten alle im PISA-Lehrkräftemodul erfassten Mathematik- und Naturwissenschaftslehrkräfte die Möglichkeit, an einer freiwilligen Onlinezusatzbefragung und dem darin enthaltenen FDW-Test teilzunehmen. Der im Projekt PISA-Ceco implementierte Onlinefragebogen konnte zu einem beliebigen Zeitpunkt zwischen Mitte April und Mitte Juli 2022 innerhalb eines Zeitrahmens von 60 Minuten bearbeitet werden.

Ein Bestandteil dieses Onlinefragebogens war das FDW von Lehrkräften der Fächer Mathematik, Physik, Biologie und Chemie (für die weiteren Bestandteile des PISA-Ceco Onlinefragebogens siehe Kapitel 2 in dieser Dokumentation, Todtenhöfer et al., 2025). Folgende Instruktion zur Zeitangabe haben die Lehrkräfte zu Beginn des FDW-Tests erhalten:

Um Ihnen einen Anhaltspunkt zu Ihrer Zeiteinteilung zu geben: In diesem Teil der Befragung sind sechs Aufgabenstellungen enthalten, für die Sie insgesamt etwa 30 Minuten brauchen. Da die Aufgaben im Umfang ähnlich sind, können Sie sich pro Aufgabe ca. fünf Minuten einplanen, ein festes Zeitlimit gibt es jedoch nicht. Zur Erleichterung der Zeiteinteilung erhalten Sie jeweils nach 5 Minuten Bearbeitungszeit einen kurzen Hinweis.

Bei Nichtbeachtung des entsprechenden Hinweises („Erinnerung: Sie arbeiten bereits 5 Minuten an dieser Aufgabe“) gab es jedoch keine Sanktionen. Während der Bearbeitung war es nicht möglich, zu einem vorherigen Item zurückzukehren.

Der FDW-Test wurde von der IEA Hamburg technisch umgesetzt. Neben der Möglichkeit, Antworten in Textfelder einzutippen, hatten Lehrkräfte zusätzlich die Möglichkeit, in Zeichenfeldern Skizzen anzufertigen. Für die Beantwortung des Items „Quadrat“ in Mathematik (M_p1_q) gab es zusätzlich einen integrierten Formeleditor, der den Lehrkräften die Beantwortung erleichtern sollte.

2.2 Stichprobe und Rücklauf

Von den $N = 2898$ Lehrkräften aus der PISA 2022-Haupterhebung ($N = 1499$ Mathematik- und $N = 1399$ Naturwissenschaftslehrkräfte) nahmen am PISA-Ceco Onlinefragebogen $N = 377$ Lehrkräfte teil. Die Gesamtstichprobe von PISA-Ceco wird in der Einleitung dieser Dokumentation detailliert beschrieben (siehe Schiepe-Tiska et al., 2025). Im Rahmen des FDW-Tests wurde allen Mathematiklehrkräften automatisch der FDW-Test für Mathematik zugeteilt (vgl. Abschnitt 2.3.1). Lehrkräfte mit nur einem naturwissenschaftlichen Fach (ohne Mathematik) bearbeiteten den jeweils entsprechenden FDW-Test. Naturwissenschaftslehrkräfte (ohne Mathematik), die mehrere Naturwissenschaften unterrichteten oder allgemeinen, integrierten oder fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Unterricht erteilten (z. B. Natur und Technik), bekamen zufällig einen der drei FDW-Tests zur Bearbeitung (vgl. Abschnitt 2.3.2 – 2.3.4).

Einige Lehrkräfte brachen die Bearbeitung des FDW-Tests frühzeitig ab, wobei $N = 55$ Lehrkräfte den Onlinefragebogen sogar noch vor dem ersten Item beendeten. Insgesamt liegen von $N = 322$ Lehrkräften prinzipiell auswertbare Daten zu einem der vier FDW-Tests vor (siehe hierzu Tabelle 5). In Mathematik gelangten insgesamt $N = 129$ Lehrkräfte bis zur letzten Seite des FDW-Tests, in Biologie waren es $N = 54$, in Chemie $N = 49$ und in Physik $N = 44$ Lehrkräfte. Dabei wurden nicht von allen Lehrkräften alle sechs Aufgaben des FDW-Tests bearbeitet.

Tabelle 5 (obere Hälfte) zeigt eine detaillierte Übersicht, wie viele Lehrkräfte die einzelnen Items bearbeitet haben (die vollständigen Itemnamen sind Teil II dieses Kapitels zu entnehmen). Unterschieden wird dabei, ob eine Lehrkraft auf der Seite des Fragebogens mit dem jeweiligen Item überhaupt verweilt ist oder die entsprechende Seite gar nicht besucht hat. Falls vom Programm kein Besuch der Seite registriert wurde, erhielt eine Lehrkraft den Code 99⁶. Falls eine Lehrkraft die Seite zwar besucht, jedoch keine beziehungsweise lediglich nicht-fachliche Bemerkungen hinterlassen hat (wie z. B. „nicht Realschulstoff“), erhielt sie im ersten Fall Code 999 beziehungsweise im zweiten Fall Code 98. Zusätzlich ist in Tabelle 5 (untere Hälfte) aufgeführt, wie viele Lehrkräfte eine bestimmte Anzahl an Items bearbeitet haben.

Tabelle 5: Anzahl der Lehrkräfte, von denen die Items im FDW-Test bearbeitet wurden (oben: pro Item; unten: Anzahl bearbeiteter Items)

Anzahl der Lehrkräfte mit registrierter Verweildauer pro Item (in Klammern: ohne Code 999 bzw. 98) ^(a)						
<i>FDW-Facette</i>	Wissen über kognitive Schülerfehler und -schwierigkeiten (Skog: s)		Wissen über Erklären und Repräsentieren von Inhalten (E & R: e)		Wissen über das Potential von Aufgaben und der Gestaltung von Erkenntnisgewinnungsprozessen (Pot: p)	
<i>Items</i>	s1	s2	e1	e2	p1	p2
Mathematik ^(b)	131 (83)	129 (109)	136 (123)	132 (118)	150 (137)	143 (132)
Physik ^(b)	53 (45)	50 (44)	48 (36)	46 (37)	46 (33)	44 (31)
Biologie ^(b)	64 (54)	55 (44)	58 (48)	54 (39)	56 (47)	54 (40)
Chemie ^(b)	58 (57)	49 (38)	50 (50)	43 (39)	50 (50)	49 (48)

Anzahl der Lehrkräfte mit registrierter Verweildauer bei 6, 5, 4, 3, 2, 1 oder 0 Items, (in Klammern: ohne 999 bzw. 98) ^(a)							
<i>Anzahl Items</i>	6	5	4	3	2	1	0
Mathematik ^(b)	129 (75)	2 (31)	1 (15)	4 (6)	7 (6)	7 (7)	0 (10)
Physik ^(b)	43 (27)	1 (4)	0 (4)	2 (3)	2 (8)	2 (3)	0 (1)
Biologie ^(b)	54 (33)	0 (7)	1 (4)	1 (2)	2 (7)	6 (3)	0 (8)
Chemie ^(b)	41 (37)	4 (4)	3 (3)	2 (2)	5 (5)	3 (3)	0 (0)

Anmerkung:

(a) Lehrkräfte mit Code 99 (auf Itemseite nicht registriert) sind für dieses Item in Tabelle 5 nicht enthalten.

Code 999: Seite wurde besucht, aber keine Antwort liegt vor

Code 98: keine inhaltliche Antwort liegt vor (z. B. „keine Ahnung“ oder „kein Realschulstoff“)

(b) in Mathematik ist die administrierte Itemreihenfolge p1, p2, e1, e2, s1, s2;

in den drei naturwissenschaftlichen Fächern ist die administrierte Itemreihenfolge s1, e1, p1, s2, e2, p2

Der FDW-Test *insgesamt* wurde dabei als „valide bearbeitet“ gewertet, wenn eine Lehrkraft bei mindestens vier Aufgaben registriert wurde. Ausgeschlossen davon sind Lehrkräfte, die sich nur durch die Items durchklickten (gemessen an der Verweildauer einer Lehrkraft pro Seite).

Insgesamt wurden die FDW-Tests von $N = 125$ Mathematiklehrkräften, $N = 48$ Biologielehrkräften, $N = 43$ Chemielehrkräften und $N = 37$ Physiklehrkräften valide bearbeitet. Für diese Lehrkräfte kann ein Summenscore gebildet werden, da bei mindestens vier bearbeiteten Items die Wahrscheinlichkeit sehr hoch ist, dass über alle sechs Items ernsthaft nachgedacht wurde und somit die beiden fehlenden Antworten mit Score 0 (d. h., es wurde keine Lösung gefunden) bewertet werden können. Bei nur zwei oder drei bearbeiteten Items besteht dagegen die Gefahr, dass diese nur selektiv „ausprobiert“ wurden. Analysen der Verweildauer bestätigen diese Annahme in der Regel.

⁶ Dies wurde durch eine Zeitmessung der Verweildauer auf der jeweiligen Seite festgestellt.

2.3 Entwicklung der Kodierschemata

Während für Mathematik durch die COACTIV-Studie bereits ein Kodierschema für die FDW-Items vorlag, wurde dieses für die drei Naturwissenschaften neu entwickelt.

Das Wort „Code“ wird im Folgenden dabei jeweils für die nominale Einordnung der einzelnen Antworten der Lehrkräfte verwendet. Der „Score“ bezeichnet immer die für ein Item erhaltene Punktzahl (d. h. den „Kompetenzwert“). Waren bei einem Item – aufgrund der multiplen Lösbarkeit und im Sinne des „Repertoire-Gedankens“ (siehe Abschnitt 1.2.3) – mehrere alternative Antworten gewünscht, konnte eine Lehrkraft demnach mehrere Codes bei diesem Item erhalten (dies war lediglich bei den beiden Mathematik-Items der Skog-Facette *nicht* der Fall). Bei eingeforderten multiplen Antworten wurden alle „richtigen“, aber inhaltlich substantiell unterschiedlichen Antworten zu einem Gesamtscore bei diesem Item addiert.

2.3.1 Mathematik

Das Kodiermanual der COACTIV-Studie für die sechs gewählten Items wurde für PISA-Ceco wiederaufgegriffen. Während des Kodierprozesses wurden jedoch an manchen Stellen Änderungen vorgenommen, die in Teil II des Kapitels gekennzeichnet sind. Zusätzlich wurde während des Ratingprozesses zur Erhöhung der Varianz ein erweitertes Scoringssystem entwickelt: Während in COACTIV für jede *Antwort* auf ein Item – unabhängig davon, ob bei diesem Item multiple Antworten oder nur eine Antwort erwartet wurde – jeweils nur maximal Score 1 erreicht werden konnte, wurden die Codes in PISA-Ceco feingliedriger vergeben (so dass pro Antwort Score 0, 1 oder 2 erreicht werden konnte, vgl. Abschnitt 2.4.1). Eine Ausnahme bildet das Item „Trapez“, das bereits bei COACTIV nach diesem erweiterten Schema kodiert wurde.⁷

2.3.2 Physik, Biologie und Chemie

In Anlehnung an die Vorarbeiten aus COACTIV und FALKO wurde ein Kodierleitfaden für die naturwissenschaftlichen Fächer entwickelt. Dabei wurden zur Kodierung der Facetten *Skog* und *E & R* zunächst deduktiv basierend auf bisherigen Forschungsergebnissen zu Fehlvorstellungen bzw. Erklärungsansätzen Codes abgeleitet und diese induktiv aufgrund der Daten der Pilotierungen ergänzt.

Für die Kodierung der Items der Facette *Pot* wurde in enger Abstimmung zwischen den beteiligten naturwissenschaftlichen Fächern ein neuer Kodierleitfaden entwickelt. Die Kodiermanuale in Physik, Biologie und Chemie rekurren dabei – in unterschiedlicher Schwerpunktsetzung – im Wesentlichen auf die drei „science practices“ (NGSS, 2013): 1) Fragen stellen, 2) Modelle entwickeln und verwenden sowie 3) Untersuchungen planen und durchführen (Experimentieren).

⁷ Für einen Vergleich der jeweiligen Ergebnisse wurden auch die sechs Items in der Stichprobe der COACTIV-Lehrkräfte noch einmal nach dem erweiterten Schema kodiert (vgl. Abschnitt 2.4.1).

2.4 Schulung, Kodierprozess und Interraterreliabilität

2.4.1 Mathematik

Alle Antworten der Lehrkräfte wurden von zwei Doktorandinnen der Didaktik der Mathematik kodiert.

Übungskodierungen mit dem original COACTIV-Kodiermanual und der COACTIV-Stichprobe

Da für die in PISA-Ceco implementierten Items durch die COACTIV-Studie bereits sowohl ein Kodiermanual als auch kodierte Antworten vorlagen, wurden zunächst von beiden Raterinnen mithilfe des bereits vorhandenen Kodiermanuals Antworten der COACTIV-Lehrkräfte auf die sechs Items noch einmal kodiert, bis eine zufriedenstellende Interraterübereinstimmung zwischen beiden Raterinnen erreicht war (gemessen durch Cohens Kappa bzw. Spearmans Rho, siehe Tabelle 6). Dabei stellte sich heraus, dass damit auch jeweils eine gute Übereinstimmung mit den damaligen COACTIV-Raterinnen bzw. Ratern einherging.

Je nach Item mussten dafür von den beiden Raterinnen in mehreren Runden Antworten von jeweils etwa 15 bis 25 COACTIV-Lehrkräften kodiert werden. Tabelle 6 illustriert diesen Prozess auf Basis des original COACTIV-Materials und nach unten die dabei zunehmende Verbesserung der Übereinstimmungen pro Runde.

Tabelle 6: Kappa-Werte (Codes) und Rho-Werte (Score) der Doppelkodierungen je Durchlauf (chronologisch nach unten) auf Basis von Antworten der COACTIV-Lehrkräfte und des original COACTIV-Kodiermanuals

Wissen über kognitive Schülerfehler und -schwierigkeiten				Wissen über Erklären und Repräsentieren von Inhalten				Wissen über das multiple Lösungspotential von Aufgaben			
Fehlervorhersage (M_s1_f)		Parallelogramm (M_s2_p)		Minus 1 (M_e1_m)		Trapez (M_e2_t)		Quadrat (M_p1_q)		Nachbarzahlen (M_p2_n)	
κ	ρ	κ	ρ	κ	ρ	κ	ρ	κ	ρ	κ	ρ
0.85	0.86	0.92	0.80	0.43	0.65	0.60	0.49	0.66	0.67	0.66	0.86
–	–	–	–	0.72	0.82	0.31	0.19	0.44	0.60	0.44	0.71
–	–	–	–	0.66	0.56	0.76	0.79	0.89	0.93	0.89	0.95
–	–	–	–	0.78	0.91	–	–	–	–	–	–

Weiterentwicklung des COACTIV-Kodiermanuals zum PISA-Ceco-Kodiermanual

Bereits beim Kodieren der COACTIV-Antworten trat zum ersten Mal das Problem auf, dass manche Antworten zwar nicht komplett falsch, aber auch nicht vollkommen richtig beziehungsweise nicht ausführlich genug waren. Dadurch wurden von beiden Kodiererinnen oft unterschiedliche Codes vergeben, obwohl in mehreren Fällen nur kleine Unterschiede die Vergabe eines Codes beeinflussten.

Nachdem auf Basis des COACTIV-Materials bei allen Items eine zufriedenstellende Interraterreliabilität erreicht war (siehe Tabelle 6, jeweils unterste Zeile), wurden im Anschluss zunächst die PISA-Ceco-Items „Parallelogramm“ und „Fehlervorhersage“ kodiert – d. h., bereits auf Basis der PISA-Ceco-Stichprobe, aber zunächst noch mit dem original COACTIV-Kodiermanual. Da bei diesen beiden Items von der Lehrkraft jeweils nur eine Antwort verlangt wurde, traten

zunächst nur wenige Unstimmigkeiten zwischen beiden Kodiererinnen auf.⁸ Beim Kodieren der Items mit mehreren Antwortmöglichkeiten („Quadrat“, „Nachbarzahlen“ und „Minus 1“) konnte jedoch beobachtet werden, dass die Antworten bei PISA-Ceco jeweils deutlich stichpunktartiger und knapper ausfielen als bei COACTIV. Eine mögliche Ursache dafür könnte sein, dass bei PISA-Ceco – anders als bei COACTIV – diese Items von den Lehrkräften digital beantwortet wurden.⁹

Daraus ergab sich die Schwierigkeit, zu entscheiden, ob stichpunktartige Antworten noch als richtig gewertet werden sollen, obwohl sie nicht ausführlich genug sind, zumindest im Vergleich zu den Paper-Pencil-Antworten der COACTIV-Lehrkräfte. Dadurch intensivierte sich das bereits oben erwähnte Problem, dass manche Antworten zwischen zwei verschiedenen Kodierungen liegen. Dies war ein weiterer Grund für eine feinere Kodierung, sodass pro Antwort einer Lehrkraft nun maximal zwei Punkte möglich sein sollten (wie oben bereits erwähnt, war das bei COACTIV nur beim Item Trapez der Fall).

Weiterhin wurde entschieden, dass nach einer entsprechenden Weiterentwicklung des Kodiermanuals bei PISA-Ceco – wie auch schon bei COACTIV – *alle* Antworten von *beiden* Raterinnen kodiert werden sollen und bei Unstimmigkeiten durch Absprache Konsens für einen Code erzielt werden sollte.

Kodierung der PISA-Ceco-Stichprobe mit dem PISA-Ceco-Kodiermanual

Dieses weiterentwickelte Kodiermanual hatte zur Folge, dass die Interraterreliabilität – im Vergleich zu Tabelle 6 – wieder etwas sank (vgl. Tabelle 7). Jedoch waren diese Unstimmigkeiten beim Kodieren systematischer Natur und daher nach einmaliger Absprache lösbar. Zum Beispiel wurden mehrere Antworten ähnlichen Typs von beiden Kodiererinnen intraindividuell konsistent kodiert, jedoch jeweils mit einem unterschiedlichen Code. Nach Einigung bei einer Antwort auf einen Code konnten die Codes bei den anderen Antworten ähnlichen Typs ohne weitere intensive Absprache angepasst werden. Insgesamt war diese Verschlechterung durch eine weitere „Verfeinerung“ des Kodiermanuals also leicht behebbar.

Auch die bereits gerateten Items „Parallelogramm“ und „Fehlervorhersage“ wurden nach dem weiterentwickelten PISA-CecoKodiermanual noch einmal kodiert. Da es bei diesen Items nur wenige Antwortmöglichkeiten gab und sich durch die Weiterentwicklungen nur geringfügige Änderungen beim Kodieren ergaben, wurde hier die Umwandlung in die neuen Codes von einer der beiden Raterinnen übernommen.

8 Bei Items, bei denen nur eine Antwort verlangt wurde (Item „Trapez“, „Fehlervorhersage“ und „Parallelogramm“), aber dennoch mehrere Antworten gegeben wurden, wurde nur die erste richtige Lösung gewertet.

9 Einige Lehrkräfte schienen Schwierigkeiten bei der Eingabe gehabt zu haben: So wurde beispielsweise von vielen der Formeditor nicht genutzt; einige Lehrkräfte kommentierten auch Probleme bei der Nutzung der Fläche zum Zeichnen.

Tabelle 7: Kappa-Werte (Codes) und Rho-Werte (Score) der Doppelkodierungen bzw. -ratings der PISA-Ceco-Items inklusive Anzahl auswertbarer Antworten (N) im Fach Mathematik

Wissen über kognitive Schülerfehler und -schwierigkeiten				Wissen über Erklären und Repräsentieren von Inhalten				Wissen über das multiple Lösungspotential von Aufgaben			
Fehlervorhersage (M_s1_f)		Parallelo- gramm (M_s2_p)		Minus 1 (M_e1_m)		Trapez (M_e2_t)		Quadrat (M_p1_q)		Nachbarzahlen (M_p2_n)	
κ	ρ	κ	ρ	κ	ρ	κ	ρ	κ	ρ	κ	ρ
	0.76	0.83	0.86 0.73	0.69	0.80	0.75	0.76	0.69	0.83	0.78	0.80
N	92	92	113 13	233	123	121	121	330	138	25	132

Anmerkung: N = Anzahl der Kodierungen, die zur Berechnung von Kappa bzw. Rho herangezogen wurden; κ = Cohens Kappa; ρ = Spearmans Rho.

Um für spätere Analysen PISA-Ceco- und COACTIV-Lehrkräfte vergleichen zu können, wurden im Anschluss auch die entsprechenden Items bei COACTIV nach dem PISA-Ceco Kodiermanual nochmals (von beiden Raterinnen) kodiert.

Bei der Interpretation des Vergleichs der beiden Studien muss festgehalten werden, dass im Gegensatz zu COACTIV bei PISA-Ceco alle Items online präsentiert wurden (bei COACTIV war dies nur für das Item „Trapez“ der Fall). Weiterhin war in der COACTIV-Studie bei der Bearbeitung aller Wissenstestitems ein Testleiter bzw. eine Testleiterin anwesend, während der PISA-Ceco Onlinefragebogen alleine zu Hause bearbeitet werden konnte. Während es darüber hinaus bei COACTIV zur Bearbeitung des FDW-Tests keine Zeitvorgaben gab, wurde den Lehrkräften bei PISA-Ceco eine orientierende Zeitangabe gegeben (vgl. 2.1). Diese Unterschiede müssen bei einem Vergleich der Ergebnisse berücksichtigt werden.

Nachfolgend werden psychometrische Eigenschaften und zentrale Kennwerte der Kurzskala FDW-Mathematik im Überblick dargestellt. Dabei sind in Bezug auf PISA-Ceco (rechte Spalte) lediglich die Lehrkräfte mit validem FDW-Skalenwert berücksichtigt (vgl. 2.2). Zusätzlich sind im Anschluss die entsprechenden Inter-Item-Korrelationen bei COACTIV (ebenfalls sowohl nach dem Original- als auch nach dem PISA-Ceco Kodiermanual) sowie in PISA-Ceco abgebildet.

Skalenkennwerte

Items	COACTIV (Original-Kodiermanual)			COACTIV (PISA-Ceco Kodiermanual)			PISA-Ceco (PISA-Ceco Kodiermanual)		
	M	SD	r_{it}	M	SD	r_{it}	M	SD	r_{it}
M_s1_f	0.47	0.50	0.28	0.92	1.00	0.33	0.96	0.99	0.40
M_s2_p	0.65	0.48	0.42	1.60	0.77	0.35	1.49	0.84	0.23
M_e1_m	1.03	0.84	0.29	1.74	1.37	0.40	1.84	1.51	0.32
M_e2_t	1.20	0.73	0.33	1.27	0.68	0.33	1.42	0.67	0.44
M_p1_q	1.75	0.89	0.30	3.00	1.44	0.45	2.58	1.56	0.47
M_p2_n	1.16	0.70	0.43	2.24	1.32	0.50	1.91	1.41	0.51

COACTIV (Original-Kodiermanual)

Skala	N	M	SD	Min	Max	Cronbachs α
FDW Mathematik	205	6.26	2.43	0	12	0.59

COACTIV (PISA-Ceco Kodiermanual)

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
FDW Mathematik	205	10.76	4.12	0	22	0.65

PISA-Ceco (PISA-Ceco Kodiermanual)

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
FDW Mathematik	125	10.27	4.51	0	20	0.64

Anmerkung: FDW = fachdidaktisches Wissen; *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung; r_{it} = Itemtrennschärfe; *Min* = Minimum; *Max* = Maximum; *N* = Anzahl der Lehrkräfte mit validem FDW-Skalenwert.

Inter-Item-Korrelationen der sechs FDW-Mathematik-Items in COACTIV und PISA-Ceco

COACTIV (Original-Kodiermanual, <i>N</i> = 205)						
<i>Item</i>	<i>M_s1_f</i>	<i>M_s2_p</i>	<i>M_e1_m</i>	<i>M_e2_t</i>	<i>M_p2_n</i>	<i>M_p1_q</i>
<i>M_s1_f</i>	–	0.21	0.15	0.17	0.13	0.24
<i>M_s2_p</i>		–	0.30	0.31	0.17	0.25
<i>M_e1_m</i>			–	0.16	0.13	0.20
<i>M_e2_t</i>				–	0.16	0.25
<i>M_p2_n</i>					–	0.32
<i>M_p1_q</i>						–
COACTIV (PISA-Ceco Kodiermanual, <i>N</i> = 205)						
<i>Item</i>	<i>M_s1_f</i>	<i>M_s2_p</i>	<i>M_e1_m</i>	<i>M_e2_t</i>	<i>M_p2_n</i>	<i>M_p1_q</i>
<i>M_s1_f</i>	–	0.20	0.22	0.13	0.25	0.24
<i>M_s2_p</i>		–	0.24	0.19	0.25	0.23
<i>M_e1_m</i>			–	0.23	0.24	0.32
<i>M_e2_t</i>				–	0.22	0.28
<i>M_p2_n</i>					–	0.42
<i>M_p1_q</i>						–
PISA-Ceco (PISA-Ceco Kodiermanual, <i>N</i> = 125)						
<i>Item</i>	<i>M_s1_f</i>	<i>M_s2_p</i>	<i>M_e1_m</i>	<i>M_e2_t</i>	<i>M_p2_n</i>	<i>M_p1_q</i>
<i>M_s1_f</i>	–	0.27	0.25	0.26	0.29	0.24
<i>M_s2_p</i>		–	0.06	0.12	0.19	0.15
<i>M_e1_m</i>			–	0.25	0.29	0.35
<i>M_e2_t</i>				–	0.32	0.37
<i>M_p2_n</i>					–	0.44
<i>M_p1_q</i>						–

2.4.2 Physik

Zur Schulung der Rater (ein Lehramtsstudent Physik und ein wissenschaftlicher Mitarbeiter der Physikdidaktik) wurden zunächst fünf Fälle gemeinsam kodiert und mögliche Unklarheiten im Kodiermanual besprochen sowie eine gemeinsame Entscheidung für die Bewertung der Items getroffen. Im Folgenden wurde das gesamte Material durch Rater 1 bewertet und 30 % der Fälle wurden zusätzlich von Rater 2 kodiert. Basierend darauf wurden entsprechend die Kappa- und Rho-Werte zur Überprüfung der Interraterreliabilität bestimmt. Bei etwaigen Unstimmigkeiten

wurde eine gemeinsame Konsenskodierung festgelegt. Im Laufe des Prozesses ergab es sich, dass für einzelne Items die ermittelten Interraterreliabilitäten nicht die gewünschte Güte erreichten (insbesondere bei den Items zur Facette *Pot*). Im Anschluss daran wurde das Kodiermanual nochmals von beiden Ratern gemeinsam überarbeitet und der Prozess der Kodierung von Neuem begonnen. Die finalen Kennwerte der Interraterreliabilitäten sind in Tabelle 8 zu finden.

Tabelle 8: Kappa-Werte (Codes) und Rho-Werte (Score) der Doppelkodierungen bzw. -ratings der PISA-Ceco-Items inklusive Anzahl auswertbarer Antworten (*N*) im Fach Physik

Wissen über kognitive Schülerfehler und -schwierigkeiten				Wissen über Erklären und Repräsentieren von Inhalten				Wissen über die Gestaltung von Erkenntnisgewinnungsprozessen			
Stromkreise		Wärmeleitung		Stromkreise		Wärmeleitung		Stromkreise		Wärmeleitung	
P_s1_s		P_s2_w		P_e1_m		P_e2_w		P_p1_l		P_p2_e	
κ	ρ	κ	ρ	κ	ρ	κ	ρ	κ	ρ	κ	ρ
0.69	0.87	0.77	0.97	0.92	0.98	0.66	0.73	0.75	0.84	0.75	0.86
<i>N</i>	27	9	18	15	6	16	8	36	8	19	9

Anmerkung: *N* = Anzahl der Kodierungen, die zur Berechnung von Kappa bzw. Rho herangezogen wurden; κ = Cohens Kappa; ρ = Spearmans Rho.

Nachfolgend werden psychometrische Eigenschaften und zentrale Kennwerte der Kurzskala FDW-Physik im Überblick dargestellt. Dabei sind lediglich die Lehrkräfte mit validem FDW-Skalenwert berücksichtigt (vgl. 2.2). Zusätzlich sind die entsprechenden Inter-Item-Korrelationen abgebildet.

Skalenkennwerte

Item	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r_{it}</i>
P_s1_s	2.11	1.50	0.26
P_s2_w	1.00	0.82	0.54
P_e1_m	1.22	1.16	0.26
P_e2_w	0.62	0.64	0.18
P_p1_l	2.73	1.88	0.49
P_p2_e	1.70	1.31	0.50

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
FDW Physik	37	9.38	4.52	1	17	0.62

Anmerkung: FDW = fachdidaktisches Wissen; *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung; *r_{it}* = Itemtrennschärfe; *Min* = Minimum; *Max* = Maximum; *N* = Anzahl der Lehrkräfte mit validem FDW-Skalenwert.

Inter-Item-Korrelationen der sechs FDW-Physik-Items

Item	P_s1_s	P_s2_w	P_e1_m	P_e2_w	P_p1_l	P_p2_e
P_s1_s	-	0.23	0.11	0.10	0.18	0.23
P_s2_w		-	0.29	0.32	0.47	0.31
P_e1_m			-	0.19	0.17	0.17
P_e2_w				-	0.05	0.03
P_p1_l					-	0.55
P_p2_e						-

2.4.3 Biologie

Für die Testung des Kodiermanuals wurden zunächst 30 % der Fälle pro Item von zwei Promovierenden kodiert (Raterin 1: Doktorandin der Biologiedidaktik mit abgeschlossenem Lehramtsstudium mit Hauptfach Biologie; Rater 2: Doktorand der empirischen Bildungsforschung mit abgeschlossenem Lehramtsstudium mit Hauptfach Biologie). Bei der Raterschulung wurden nach einem ersten Lesen der Kodieranweisungen zunächst Unklarheiten besprochen. Die Nachfragen bzw. deren Erläuterungen wurden zur Ausschärfung in das Kodiermanual aufgenommen. Besonders hilfreich erwiesen sich die bereits zu diesem Zeitpunkt in den Kodieranweisungen enthaltenen Ankerbeispiele. Anschließend wurden je Item zwei exemplarische Antworten von Lehrkräften aus der PISA-Ceco-Stichprobe gemeinsam bearbeitet und diskutiert. Die Beispiele wurden so ausgewählt, dass sie nicht aus dem Materialkorpus stammen, der anschließend zur Bestimmung der Interraterreliabilität genutzt wird, sowie möglichst repräsentativ für die gegebenen Antworten sind.

Basierend darauf wurden die in Tabelle 9 dargestellten Kappa- und Rho-Werte bestimmt.

Tabelle 9: Kappa-Werte (Codes) und Rho-Werte (Score) der Doppelkodierungen bzw. -ratings der PISA-Ceco-Items inklusive Anzahl auswertbarer Antworten (N) im Fach Biologie

Wissen über kognitive Schülerfehler und -schwierigkeiten				Wissen über Erklären und Repräsentieren von Inhalten				Wissen über die Gestaltung von Erkenntnisgewinnungsprozessen				
Mendelsche Regeln		Theorie		Genotyp / Phänotyp		Gehirnbeteiligung beim Sehen		Arbeit mit einem Modell		Fragen stellen		
B_s1_m		B_s2_t		B_e1_g		B_e2_s		B_p1_m		B_p2_f		
κ	ρ	κ	ρ	κ	ρ	κ	ρ	κ	ρ	κ	ρ	
	0.84	0.98	0.82	0.96	0.83	0.91	0.94	0.99	0.69	0.91	0.69	0.89
N	51	16	38	14	39	16	38	14	40	15	28	13

Anmerkung: N = Anzahl der Kodierungen, die zur Berechnung von Kappa bzw. Rho herangezogen wurden; κ = Cohens Kappa; ρ = Spearmans Rho.

Nach der Kodierung wurden diejenigen Antworten, die nicht einheitlich kodiert wurden, diskutiert. Im Sinne einer konsensualen Kodierung wurde das jeweilige Verständnis expliziert, die Passung zu den vergebenen Codes diskutiert und eine Einigung erzielt.

Entsprechend sind je Item 30 % der Antworten von einem Rater und einer Raterin konsensual kodiert worden. Aufgrund der hohen Interraterreliabilitäten wurde das weitere Material nicht durchgehend von beiden kodierenden Personen bearbeitet. Lediglich Antworten, deren Zuordnung nicht eindeutig schien, wurden mit einer zweiten Person diskutiert. Die Kodierung erfolgte in diesen Fällen nach Konsens.

Nachfolgend werden psychometrische Eigenschaften und zentrale Kennwerte der Kurzskala FDW-Biologie im Überblick dargestellt. Dabei sind lediglich die Lehrkräfte mit validem FDW-Skalenwert berücksichtigt (vgl. 2.2). Zusätzlich sind im Anschluss die entsprechenden Inter-Item-Korrelationen abgebildet.

Skalenkennwerte

Item	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r_{it}</i>
B_s1_m	1.33	1.10	0.36
B_s2_t	1.71	1.25	0.25
B_e1_g	1.19	0.70	0.38
B_e2_s	2.00	1.50	0.52
B_p1_m	1.90	1.56	0.31
B_p2_f	0.97	1.17	0.52

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
FDW Biologie	48	9.08	4.49	1	19	0.64

Anmerkung: FDW = fachdidaktisches Wissen; *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung; *r_{it}* = Itemtrennschärfe; *Min* = Minimum; *Max* = Maximum; *N* = Anzahl der Lehrkräfte mit validem FDW-Skalenwert.

Inter-Item-Korrelationen der sechs FDW-Biologie-Items

Item	B_s1_m	B_s2_t	B_e1_g	B_e2_s	B_p1_m	B_p2_f
B_s1_m	-	0.07	0.25	0.35	0.21	0.30
B_s2_t		-	-0.03	0.24	0.19	0.25
B_e1_g			-	0.40	0.25	0.30
B_e2_s				-	0.17	0.51
B_p1_m					-	0.23
B_p2_f						-

2.4.4 Chemie

Im Fach Chemie waren ein Rater und eine Raterin beteiligt, davon ein Doktorand der Chemie-didaktik mit abgeschlossenem Lehramtsstudium mit Unterrichtsfach Chemie an Gymnasien und eine promovierte Chemiedidaktikerin. Mindestens 20 % der Antworten wurden doppelt kodiert. Beide Personen waren bereits in die Erstellung des Kodiermanuals anhand der Pilotierungsdaten substantiell involviert, sodass eine gemeinsame Wissensbasis für die Kodierung der Items vorhanden war.

Zunächst wurden die Antworten von fünf Lehrkräften gemeinsam analysiert und diskutiert. Die Antworten wurden anschließend nicht zur Bestimmung der Interraterreliabilität genutzt. Dann wurden 20 % der Antworten von den zwei Ratern unabhängig voneinander kodiert und die Interraterreliabilität berechnet. Bei fünf von sechs Items waren die Werte auf Anhieb zufriedenstellend (vgl. Tab. 10). Bei dem Item „Säuren“ (zunächst $\kappa = 0,54$) wurden die Unstimmigkeiten besprochen und anschließend weitere 20 % der Antworten kodiert, sodass auch der Wert mit $\kappa = 0,71$ akzeptabel war. Rho-Werte wurden erst berechnet, als die Doppelkodierung abgeschlossen und die Kappa-Werte angemessen waren.

Nach der getrennten Kodierung und der Berechnung der Interraterreliabilität wurden die weiteren Antworten von einem der beiden beteiligten Rater kodiert (dessen Kodierungen final noch einmal vom anderen Rater überprüft wurden). Es gab nur wenige offene Fragen bzw. Unstimmigkeiten und diese wurden konsensual gelöst. Es konnte in jedem Fall eine Einigung gefunden werden.

Tabelle 10: Kappa-Werte (Codes) und Rho-Werte (Score) der Doppelkodierungen bzw. -ratings bei den PISA-Ceco-Items inklusive Anzahl auswertbarer Antworten (*N*) im Fach Chemie

Items inklusive Anzahl auswertbarer Antworten (N) im 1. Schritt												
Wissen über kognitive Schülerfehler und -schwierigkeiten					Wissen über Erklären und Repräsentieren				Wissen über die Gestaltung von Erkenntnisgewinnungsprozessen			
Säuren		Atombau			saure Lösungen		Stoffeigenschaften		pH-Wert		Atommodelle	
C_s1_s		C_s2_a			C_e1_s		C_e2_a		C_p1_s		C_p2_a	
κ		ρ			κ		ρ		κ		ρ	
	0.72	0.79	0.90	0.84	0.71	0.86	0.81	0.86	0.72	0.86	0.76	0.94
N	44	27	126	7	38	27	116	7	11	44	80	10

Anmerkung: *N* = Anzahl der Kodierungen, die zur Berechnung von Kappa bzw. Rho herangezogen wurden; κ = Cohens Kappa; ρ = Spearmans Rho.

Nachfolgend werden psychometrische Eigenschaften und zentrale Kennwerte der Kurzskala FDW-Chemie im Überblick dargestellt. Dabei sind lediglich die Lehrkräfte mit validem FDW-Skalenwert berücksichtigt (vgl. 2.2). Zusätzlich sind im Anschluss die entsprechenden Inter-Item-Korrelationen abgebildet.

Skalenkennwerte

Item	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>r_{it}</i>
C_s1_s	2.68	1.51	0.67
C_s2_a	2.32	1.74	0.67
C_e1_s	2.97	1.92	0.67
C_e2_a	1.12	0.96	0.69
C_p1_s	4.16	2.46	0.68
C_p2_a	1.95	1.62	0.64

Skala	<i>N</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>Min</i>	<i>Max</i>	Cronbachs α
FDW Chemie	44	15.20	10.21	1	14	0.71

Anmerkung: *FDW* = Fachdidaktisches Wissen; *M* = Mittelwert; *SD* = Standardabweichung; *r_{it}* = Itemtrennschärfe; *min* = Minimum; *max* = Maximum; *N* = Anzahl der Lehrkräfte mit validem FDW-Skalenwert

Inter-Item-Korrelationen der sechs FDW-Chemie-Items

Item	C_s1_s	C_s2_a	C_e1_s	C_e2_a	C_p1_s	C_p2_a
C_s1_s		0.51	0.14	0.35	0.31	0.24
C_s2_a		-	0.21	0.24	0.30	0.23
C_e1_s			-	0.32	0.29	0.50
C_e2_a				-	0.21	0.40
C_p1_s					-	0.42
C_p2_a						-

Teil II: Kodierschemata der Einzelitems

Vorbemerkung:

Im Folgenden werden für alle Fächer die Items in der Reihenfolge der Facetten Skog (s), E & R (e) und Pot (p) präsentiert. Im Onlinefragebogen wurden die Items in folgender Reihenfolge implementiert.

Mathematik: p1, p2, e1, e2, s1, s2

Physik, Biologie, Chemie: s1, e1, p1, s2, e2, p2

Im FDW-Test Mathematik orientierte sich die Anordnung der Items an der Reihenfolge der Facetten aus der COACTIV-Studie, um die Vergleichbarkeit beider Studien zu gewährleisten. In den Naturwissenschaften wurde hingegen eine abweichende Reihenfolge gewählt, da sich die Items in der Regel auf zwei unterschiedliche Kontexte bezogen (z. B. s1, e1, p1 zu Kontext 1 sowie s2, e2, p2 zu Kontext 2).

1. Mathematik

Bei den Items „Fehlervorhersage“, „Parallelogramm“ und „Trapez“ war nur eine Antwort gefordert, die jeweils mit Score 0 (Antwort falsch oder fehlend), Score 1 (teilweise richtig) oder Score 2 (vollständig richtig) gewertet wurde. Diese Antworten gingen in den FDW-Skalenscore entsprechend mit 0, 1 oder 2 Punkten ein.

Bei den Items „Minus 1“, „Quadrat“ und „Nachbarzahlen“ sollten jeweils möglichst viele substantiell unterschiedliche Antworten gegeben werden. Bei den diesen drei Items wurden die Lehrkräfte dazu aufgefordert, ihre Antworten fortlaufend innerhalb einer Aufgabe zu nummerieren. Die Bestimmung der Analyseeinheiten erfolgte entlang dieser Nummerierung; fehlt sie, wird die Segmentierung entsprechend anhand von Umbrüchen, Spiegelstrichen oder Sinn-einheiten durch die Kodierenden vorgenommen.

Für jede Analyseeinheit wird ein Code vergeben, der abhängig von der Antwort wieder 0, 1 oder 2 Punkte erhält. Um bei Items mit multipler Antwortoption eine Doppelbepunktung von sinn-gemäß identischen Antworten zu vermeiden, wurde für den Gesamtscore in Bezug auf jeden Code nur die Antwort mit der jeweils höchsten vergebenen Punktzahl berücksichtigt – unabhängig davon, wie oft einzelne Codes vergeben wurden. Wurden beispielsweise zweimal der Code „3“ (einmal mit 1 Punkt und einmal mit 2 Punkten) und einmal der Code „4“ (mit 2 Punkten) vergeben, betrug der Gesamtscore 4 Punkte. Eine Summierung mehrfach vergebener Codes erfolgte nicht. Nur bei der Kategorie „andere richtige Antwort“ konnten prinzipiell die Punkte für mehrere Antworten mit demselben Code addiert werden (wenn diese inhaltlich substantiell unterschiedlich waren). Für jedes Item findet sich in den folgenden Abschnitten (1.1 – 1.3) eine Tabelle zu den Häufigkeiten der vergebenen Codes. Die relativen Häufigkeiten sind dabei normiert an der Gesamtstichprobe ($N = 150$). Analog zur Bewertung der Antworten mit Punkten sind dabei mehrfache Antworten einer Lehrkraft, die mit demselben Code kodiert wurden, nur einmal in die Häufigkeiten einbezogen.

Für Analysen über mehrere Fächer hinweg werden die FDW-Skalenwerte pro Fach jeweils z-standardisiert.

1.1 Wissen über kognitive Schülerfehler und -schwierigkeiten (Skog)

1.1.1 Item M_s1_f: Fehlervorhersage

Nur wenn man die Art eines Fehlers erkennt, kann man dagegen vorgehen. Im folgenden Kasten geben wir Ihnen zwei falsche Ergebnisse einer Schülerin vor. Bitte teilen Sie uns mit, welchen Fehler die Schülerin bei der nächsten unteren Aufgabe voraussichtlich machen wird.

Eine Schülerin berechnet:

$$\sin 30^\circ + \sin 60^\circ - 1 = 0$$

$$\frac{\sin 45^\circ}{2} = \frac{1}{4}$$

Welches Ergebnis wird diese Schülerin wahrscheinlich bei der folgenden Aufgabe herausbekommen?

$\sin 10^\circ = \underline{\hspace{2cm}} ?$

Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung	Code	Score
Fehlende Antwort	Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite registriert (d. h. Seite wurde besucht), es liegt aber keine Antwort vor.	999	0
Keine Zuordnung möglich	z. B. „keine Ahnung“ oder „nicht Realschulstoff“	98	0
Falsche Antwort	Jede falsche Antwort, die nicht auf bloßes Verrechnen zurückzuführen ist.	0	0
Richtige Antwort	Die richtige Antwort: ein Neuntel (die Schülerin hat eine „lineare“ Sinusvorstellung)	1 (11)	2 (1)

Anmerkung: Code 11 wurde vergeben, wenn sich die Lehrkraft offensichtlich nur verrechnet hat, aber der Gedankengang richtig war. In diesem Fall erhielt die Lehrkraft nur einen Punkt auf die Aufgabe (Score: 1).

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

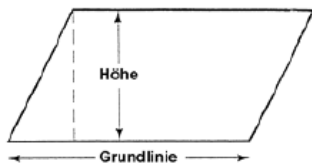
Item	0		1		11		999		98		NA	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
M_s1_f	21	14.0	58	38.7	4	2.7	39	26.0	10	6.7	18	12.0

Fehlende Werte (NA) = -99, Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite nicht registriert (d. h. Seite wurde nicht besucht).

N = 150

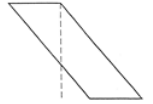
1.1.2 Item M_s2_p: Parallelogramm

Die Fläche des Parallelogramms lässt sich berechnen aus Länge der Grundlinie mal Länge der Höhe.



Geben Sie bitte ein Beispiel eines Parallelogramms (anhand einer Skizze), an dem Schülerinnen und Schüler bei dem Versuch, diese Formel anzuwenden, eventuell scheitern könnten.

Fall Sie zusätzlich Bemerkungen einfügen wollen, können Sie dies hier tun. Die Skizze können Sie in der Zeichenfläche unterhalb des Textfeldes anfertigen.

Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung	Code	Score
Fehlende Antwort	Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite registriert (d. h. Seite wurde besucht), es liegt aber keine Antwort vor.	999	0
Keine Zuordnung möglich	z. B. „keine Ahnung“ oder „nicht Realschulstoff“	98	0
Falsches Beispiel		0	0
Parallelogramm mit beiden Höhenfußpunkten außerhalb	Ankerbeispiel:  (Erläuterung: Schülerinnen und Schüler könnten irrtümlich glauben, dass die Formel nur gilt, wenn sich Höhe und Grundlinie schneiden)	1 (11)	2 (1)
Parallelogramm mit der Grundlinie nicht parallel zum Blatttrand	Spezialfall: Raute (Erläuterung: Wenn eine Raute z.B. auf der Spitze steht, ist die Höhe ggfs. schwierig zu identifizieren)	2 (12)	2 (1)
Anderes logisch plausibles Beispiel	z. B. Spezialfälle wie ein Rechteck oder ein Quadrat	3 (13)	2 (1)

Anmerkung:

- Im Gegensatz zum ursprünglichen Kodiermanual nach COACTIV wurden auch Spezialfälle wie Rechtecke oder Quadrate als richtig bewertet und mit dem Code 3 (bzw. 13) versehen.
- Anders als in COACTIV wurden Spezialfälle wie Rechtecke oder Quadrate ebenfalls als richtige Antworten gewertet und mit dem Code 3 (bzw. 13) versehen.
- Code 11, 12 oder 13 wurde vergeben, wenn die Aufgabe mit nur einem Stichpunkt ohne Konkretisierung beantwortet wurde (z. B. „Höhe liegt außerhalb des Parallelogramms“). In diesem Fall erhielt die Lehrkraft nur einen Punkt auf die Aufgabe (Score: 1).

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Item	0		1		11		2		12	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
M_s2_p	12	8.0	70	46.7	5	3.3	15	10.0	0	0.0

Item	3		13		999		98		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
M_s2_p	7	4.7	0	0.0	19	12.7	4	2.7	21	14.0

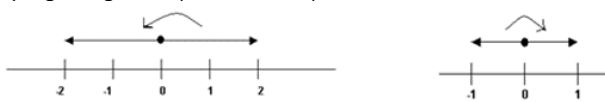
Fehlende Werte (NA) = 99, Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite nicht registriert (d. h. Seite wurde nicht besucht).

N = 150

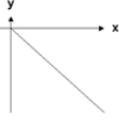
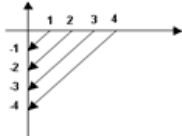
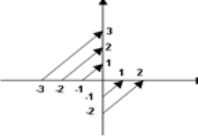
1.2 Wissen über Erklären und Repräsentieren von Inhalten (E & R)**1.2.1 Item M_e1_m: Minus 1**

Eine Schülerin sagt: Ich verstehe nicht, warum $(-1) \cdot (-1) = 1$ ist.

Bitte skizzieren Sie kurz möglichst viele verschiedene Wege, mit denen Sie der Schülerin diesen Sachverhalt klarmachen könnten. Bitte nummerieren Sie Ihre Erklärungsmöglichkeiten fortlaufend durch.

Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung	Code	Score
Fehlende Antwort	Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite registriert (d. h. Seite wurde besucht), es liegt aber keine Antwort vor.	999	0
Keine Zuordnung möglich	z. B. „keine Ahnung“ oder „nicht Realschulstoff“	98	0
Falsche Antwort	Falsche oder didaktisch unzureichende Erklärung	0	0
	<i>Ankerbeispiel:</i> „Minus mal Minus ergibt Plus“		
Oberflächlich richtige Erklärung	Oberflächliche, aber brauchbare Erklärung	1 (11)	
	<i>Ankerbeispiel:</i> „Doppelte Verneinung ist Bestätigung!“		
Permanenzreihe	<i>Ankerbeispiel:</i> $ \begin{array}{l} -1 \curvearrowright 2 \cdot (-1) = -2 \quad \curvearrowleft +1 \\ \quad \quad 1 \cdot (-1) = -1 \\ \quad \quad 0 \cdot (-1) = 0 \\ \quad \quad (-1) \cdot (-1) = 1 \end{array} $	2 (12)	
Zahlengerade	<i>Ankerbeispiel:</i> Multiplikation mit -1 bedeutet für positive Zahlen eine Spiegelung an 0 (linke Skizze): 	3 (13)	
	Das gilt für negative Zahlen ebenso (rechte Skizze)!		
Bewahrung von Rechengesetzen	Erklärung durch Anwendung von Rechengesetzen	4 (14)	

Als Score wird die Gesamtsumme der substanziell unterschiedlichen Lösungen vergeben. Zweistellige Codes gehen mit einem, einstelligen Codes mit zwei Punkten in den Gesamtscore ein.

<i>Ankerbeispiel:</i> Anwendung des Distributivgesetzes $a \cdot (b + c) = ab + ac$ (für $a, b, c \in \mathbb{R}$): $(-1) \cdot (-1) = (-1) \cdot (1 - 2) = (-1) \cdot 1 - (-1) \cdot 2$ $= -1 - (-2) = 1$		
Graph	Erklärung mithilfe des Graphen von $f(x) = -x$	5 (15)
<i>Ankerbeispiel:</i> Man betrachte den Graphen der Funktion $f(x) = -x = (-1) \cdot x$   Fortgesetzt auf $x < 0$: Speziell: Für $x = -1$ ist $y = 1$, also $(-1) \cdot (-1) = 1$		
Anwendungs- beispiel	<i>Ankerbeispiel:</i> Für Guthaben bedeutet Multiplikation mit (-1) eine Umwandlung in Schulden und umgekehrt (Wechsel der Betrachtungsebene), z. B. $(-1) \cdot (-100\text{€}) = 100\text{€}$	6 (16)
Kombination von „Zahlengerade“ und „Graph“	<i>Ankerbeispiel:</i> Spiegelung positiver Zahlen an 0 wie bei „Zahlengerade“, nur um 90° gedreht: Übertragung auf negative Zahlen:  	7 (17)
Andere richtige Erklärung	Jede andere (von Code 1 – 7 strukturell verschiedene) Erklärung	8 (18)

Anmerkung: Code 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17 oder 18 wurde vergeben, wenn die Aufgabe mit nur einem Schlagwort beantwortet wurde (z. B. „Permanenzreihe“), sich die Lehrkraft an einer Stelle verrechnet hat oder die Antwort noch zu ungenau war. In diesem Fall erhielt die Lehrkraft nur einen Punkt auf die Aufgabe (Score: 1).

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Item	0		1		11		2		12	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
M_e1_m	12	8.0	70	46.7	5	3.3	15	10.0	0	0.0

Item	3		13		4		14		5	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
M_e1_m	7	46.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0

Item	15		6		16		7		17	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
M_e1_m	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0

Item	8		18		999		98		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
M_e1_m	0	0.0	0	0.0	13	8.7	0	0.0	14	9.3

Fehlende Werte (NA) = -99, Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite nicht registriert (d.h. Seite wurde nicht besucht).

N = 150

1.2.2 Item M_e2_t: Trapez

Die folgenden Formeln liefern alle den Flächeninhalt eines Trapezes:

$$(g_1 + g_2) \cdot \frac{h}{2} \quad \frac{g_1 \cdot h}{2} + \frac{g_2 \cdot h}{2} \quad \frac{(g_1 + g_2) \cdot h}{2} \quad \frac{(g_1 + g_2)}{2} \cdot h$$

Welchen didaktischen Nutzen kann die Betrachtung dieser einzelnen Formeln haben? Bitte begründen Sie Ihre Antwort.

Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung	Code	Score
Fehlende Antwort	Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite registriert (d. h. Seite wurde besucht), es liegt aber keine Antwort vor.	999	0
Keine Zuordnung möglich	z. B. „keine Ahnung“ oder „nicht Realschulstoff“	98	0
Falsche Antwort	Nur unplausible und didaktisch unzureichende Gründe oder kein Nutzen erkannt	0	0
Findige, aber nicht intendierte Antwort	Findige Argumente, die jedoch zeigen, dass Lehrkraft nicht erkannt hat, dass es sich um 4 verschiedene Möglichkeiten handelt, den Flächeninhalt eines Trapezes zu zerlegen	1	1
Richtige Antwort	Argumente, die zeigen, dass Lehrkraft erkannt hat, dass es sich um 4 verschiedene Möglichkeiten handelt, den Flächeninhalt eines Trapezes zu zerlegen	2	2

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Item	0		1		2		999		98		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
M_e2_t	6	4.0	47	31.3	65	43.	11	7.3	3	2.0	11	7.3

Fehlende Werte (NA) = -99, Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite nicht registriert (d. h. Seite wurde nicht besucht).

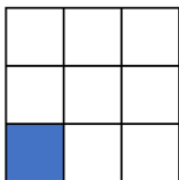
N = 150

1.3 Wissen über das multiple Lösungspotential von Aufgaben (Pot)

1.3.1 Item M_p1_q: Quadrat

Wie ändert sich der Flächeninhalt eines Quadrats, wenn man die Seitenlänge verdreifacht? Begründe deine Antwort!

Bitte schreiben Sie möglichst viele verschiedene Lösungsmöglichkeiten (Begründungen) zu dieser Aufgabe kurz auf. Bitte nummerieren Sie Ihre Lösungsmöglichkeiten fortlaufend durch.

Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung	Code	Score
Fehlende Antwort	Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite registriert (d. h. Seite wurde besucht), es liegt aber keine Antwort vor.	999	0
Keine Zuordnung möglich	z. B. „keine Lust“ oder „nicht Realschulstoff“	98	0
Falsche Antwort	Falsche oder unverständliche Antworten	0	0
Bloßes Zahlenbeispiel ohne Verallgemeinerung	Lösen durch beliebige Beispiele (ohne System) mit dem Ergebnis „9-mal so groß“	1	0
Paradigmatisch	Lösen durch beliebige Beispiele (ohne System), mit dem Ergebnis „9-mal so groß“ und mit anschließender Verallgemeinerung <i>Ankerbeispiel:</i> Der Flächeninhalt des Ursprungsquadrats sei z. B. 1 cm^2. Dann gilt: $(3 \cdot 1 \text{ cm})^2 = 3^2 \cdot 1^2 \text{ cm}^2 = 9 \cdot 1^2 \text{ cm}^2$. Statt der Zahl 1 kann jede andere beliebige Zahl eingesetzt werden. Daher gilt allgemein: Das „neue“ Quadrat ist 9-mal so groß.	2 (12)	
Algebraisch	Lösen mithilfe der Formel für den Flächeninhalt von Quadraten <i>Ankerbeispiel:</i> Flächeninhalt des Ursprungsquadrats beträgt a^2. Der Flächeninhalt des „neuen“ Quadrats beträgt $(3a)^2 = 9a^2$.	3 (13)	
Geometrisch	Lösen durch Zeichnung <i>Ankerbeispiel:</i>  $A_{\text{neu}} = 9 \cdot A_{\text{Ursprung}}$	4 (14)	Als Score wird die Gesamtsumme der substanziiell unterschiedlichen Lösungen gegeben. Zweistellige Codes gehen mit einem, einstellige Codes mit zwei Punkten in den Gesamtscore ein.
Inhaltlich: Kovariativ-funktional	Lösen durch Erklären des Zusammenhangs zwischen Seitenlänge und Flächeninhalt <i>Ankerbeispiel:</i> Da der Flächeninhalt quadratisch von der Seitenlänge abhängt, muss man den Verlängerungsfaktor ebenfalls quadrieren, um auf die Änderung des Flächeninhalts zu kommen. Daher ist das neue Quadrat 32-, d. h. 9-mal so groß.	5 (15)	

Geometrisch II	Lösen durch zentrische Streckung	6 (16)
	<i>Ankerbeispiel:</i> Die Verdreifachung der Seitenlänge entspricht einer zentrischen Streckung mit Streckfaktor $k = 3$. Der Flächeninhalt verändert sich dadurch um das k^2 -fache, also um das neunfache.	
Bezug auf quadratische Funktion	Lösen mithilfe einer quadratischen Funktion	7 (17)
	<i>Ankerbeispiel:</i> Man betrachte die Funktion $f(x)=x^2$. Wenn man den x-Wert verdreifacht, verneunfacht sich der y-Wert. Daher ist das „neue“ Quadrat 9-mal so groß wie das ursprüngliche Quadrat.	
Andere Lösung	Jede andere (von Code 2 – 8 strukturell verschiedene) Lösung	8 (18)

Anmerkung: Code 12, 13, 14, 15, 16, 17 oder 18 wurde vergeben, wenn die Aufgabe mit nur einem Stichwort beantwortet wurde (z. B. „über Formel“), sich die Lehrkraft an einer Stelle verrechnet hat oder die Antwort noch zu ungenau war. In diesem Fall erhielt die Lehrkraft nur einen Punkt auf die Aufgabe (Score: 1).

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Item	0		1		2		12		3		13	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
M_p1_q	21	14.0	57	38.0	1	0.7	4	2.7	86	57.3	23	15.3

Item	4		14		5		15		6		16	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
M_p1_q	38	25.3	28	18.7	7	4.7	14	9.3	2	1.3	1	0.7

Item	17		8		18		999		98		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
M_p1_q	4	2.7	8	5.3	6	4.0	12	8.0	1	0.7	0	0.0

Fehlende Werte (NA) = -99, Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite nicht registriert (d. h. Seite wurde nicht besucht).

N = 150

1.3.2 Item M_p2_n: Nachbarzahlen

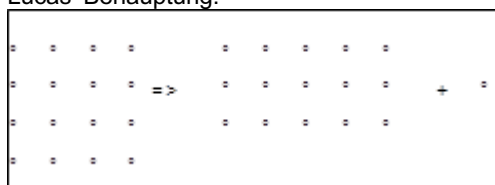
Luca behauptet: „Das Quadrat einer natürlichen Zahl ist immer um 1 größer als das Produkt ihrer beiden Nachbarzahlen“.

Stimmt Lucas Behauptung?

Bitte schreiben Sie möglichst viele verschiedene Lösungsmöglichkeiten zu dieser Aufgabe kurz auf. Bitte nummerieren Sie Ihre Lösungsmöglichkeiten fortlaufend durch.

Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung	Code	Score
Fehlende Antwort	Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite registriert (d. h. Seite wurde besucht), es liegt aber keine Antwort vor.	999	0
Keine Zuordnung möglich	z. B. „keine Lust“ oder „nicht Realschulstoff“	98	0
Bloßes Zahlenbeispiel	Lösen durch beliebiges Beispiel (ohne System)	0	0
Lediglich mehrere Zahlenbeispiele	Lösen durch mehrere beliebigen Beispiele (ohne System)	1	0
Andere falsche Lösung	Jede andere falsche bzw. unzureichende Lösung	2	0
Algebraisch	Lösen durch algebraische Formeln <i>Ankerbeispiel:</i> Sei n eine beliebige natürliche Zahl, dann gilt: $(n - 1) \cdot (n + 1) = n^2 - 1$. Das ist um 1 kleiner als n^2 . Somit stimmt Lucas' Behauptung.	3 (13)	
Paradigmatisch	Lösen durch beliebige Beispiele und anschließende Verallgemeinerung <i>Ankerbeispiel:</i> Man betrachte z. B. die Zahl 18. Dann sind 17 und 19 die beiden Nachbarzahlen. Es gilt: $(18 - 1) \cdot (18 + 1) = 18^2 - 1$. Das ist um 1 kleiner als 18^2 . Statt 18 kann jede andere natürliche Zahl eingesetzt werden und man erhält ebenfalls eine wahre Aussage. Also stimmt Lucas' Behauptung.	4 (14)	
Geometrisch	Lösen durch Zeichnung <i>Ankerbeispiel:</i> Man betrachte ein quadratisches Punktmuster mit n^2 Punkten (s. Skizze links). Eine Reihe wird entfernt, um 90° gedreht und z. B. „rechts“ ergänzt (s. Skizze rechts). Man erhält ein rechteckiges Punktmuster mit den Seitenlängen $n - 1$ und $n + 1$, wobei jedes Mal genau ein Punkt übrigbleibt. Somit stimmt Lucas' Behauptung.	5 (15)	
Andere richtige Lösung	Jede andere (von Code 3 – 5 strukturell verschiedene) Lösung	6 (16)	

Als Score wird die Gesamtsumme der substanziell unterschiedlichen Lösungen vergeben. Zweistellige Codes gehen mit einem, einstellige Codes mit zwei Punkten in den Gesamtscore ein.



Anmerkung: Code 13, 14, 15, 16, 17 oder 18 wurde vergeben, wenn die Aufgabe mit nur einem Schlagwort beantwortet wurde (z. B. „rechnerisch“), sich die Lehrkraft an einer Stelle verrechnet hat oder die Antwort noch zu ungenau war. In diesem Fall erhielt die Lehrkraft nur einen Punkt auf die Aufgabe (Score: 1).

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Item	0		1		2		3		13		4		14	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
M_p2_n	22	14.7	43	28.7	22	14.7	82	54.7	17	11.3	3	2.0	4	2.7

Item	5		15		6		16		999		98		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
M_p2_n	24	16.0	13	8.7	3	2.0	4	2.7	11	7.3	1	0.7	7	4.7

Fehlende Werte (NA) = -99, Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite nicht registriert (d. h. Seite wurde nicht besucht).

N = 150

2. Physik

Bei der Kodierung der Items im Fach Physik wird zunächst jeweils zwischen möglichen korrekten und inkorrekten Antworten unterschieden. Zu den inkorrekten Antworten gehören sowohl Antworten, die nicht auf die Aufgabe bezogen sind, als auch unvollständige oder falsche Lösungen (z. B. wenn keine fachlich falschen Vorstellungen der Schüler*innen genannt werden). Bei Auftreten von inkorrekten Antworten, gehen diese nicht in den Gesamtscore des jeweiligen Items ein. Bei Auftreten von korrekten Antworten, werden diese zunächst zu den entsprechenden Vorstellungen, Erklärungsansätzen oder Phasen im Erkenntnisgewinnungsprozess zugeordnet. Daraufgehend wird der Gesamtscore des Items durch die Anzahl an unterschiedlichen, korrekten Antworten gebildet (vgl. Vorgehen in der Biologie).

Bei Items, bei denen jeweils mehrere Antworten von den Lehrkräften gefordert waren, sollten die Lehrkräfte ihre Antworten fortlaufend innerhalb einer Aufgabe nummerieren. Die Segmentierung der Antworten erfolgt entlang dieser Nummerierung; fehlt sie, wird die Segmentierung anhand von Umbrüchen, Spiegelstrichen oder Sinneinheiten durch die Kodierenden vorgenommen. Für jede Antwort bzw. jedes Segment wird ein Code vergeben. Lässt sie sich nicht einem im Kodierleitfaden enthaltenen Code zuordnen, entspricht aber einer korrekten Antwort, wird stets der Code „Andere Lösung“ vergeben.

Jede korrekte Antwort wird jeweils mit einem Punkt bewertet (Score = 1), wobei für einen Code nur einmal Punkte vergeben werden. So ergeben beispielsweise zwei Antworten, die jeweils mit dem Code „3“ kodiert werden, nur einen Punkt. Eine Ausnahme stellt der Code „Andere Lösung“ dar: Werden zwei oder mehr substantiell verschiedene Antworten gegeben, die nicht im Kodierleitfaden enthalten sind, erhält jede Antwort einen Punkt (jeweils Score = 1). Falsche Antworten werden mit null Punkten bewertet (Score = 0). Der Gesamtscore pro Item ergibt sich durch Addition aller Punkte. Bei einer missverstandenen Aufgabe werden ebenfalls keine Punkte vergeben (Score = 0).

Für jedes Item findet sich in den folgenden Abschnitten (2.1 – 2.3) eine Tabelle zu den Häufigkeiten der vergebenen Codes. Die relativen Häufigkeiten sind dabei normiert an der Gesamtstichprobe ($N = 50$). Analog zur Bewertung der Antworten mit Punkten sind dabei mehrfache Antworten einer Lehrkraft, die mit demselben Code kodiert wurden, nur einmal in die Häufigkeiten einbezogen.

Für Analysen über mehrere Fächer hinweg werden die FDW-Skalenwerte pro Fach jeweils z-standardisiert.

2.1 Wissen über kognitive Schülerfehler und -schwierigkeiten (Skog)

2.1.1 Item P_s1_s: Fehlvorstellungen einfache Stromkreise

Nennen Sie möglichst viele unterschiedliche fachlich unangemessene Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler aus dem Anfangsunterricht zu einfachen Stromkreisen.

Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung	Code	Score
Fehlende Antwort	Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite registriert (d. h. Seite wurde besucht), es liegt aber keine Antwort vor.	999	0
Keine Zuordnung möglich	z.B. „keine Ahnung“ oder „nicht Realschulstoff“	98	0
Falsche Antwort	Falsche/ unverständliche/ unvollständige oder missverstandene Lösung Aufgabe missverstanden z.B. Probleme bei Schülerinnen und Schüler in der Oberstufe auftreten oder kein Bezug zu Stromkreisen	0	0
	Keine fachlich unangemessene Lösung z.B. nur einzelne Begriffe oder Kabel wird an Ausgangspol zurückgeführt, Farbvorstellung	1	0
Ein Kabel	Es genügt ein Kabel von der Batterie zur Lampe. Alternativ: Elektronen fließen nur hin zum Verbraucher.	2	1
Zwei Kabel	Erst in zwei Kabeln fließt genügend Strom.	3	1
Minusstrom	Man braucht einen Plus- und einen Minusstrom.	4	1
Spannung	Spannung ist eine Eigenschaft des Stroms. Hierzu zählen auch Wortkombinationen wie die Idee der Stromspannung.	5	1
Verbrauch	In elektrisch betriebenen Geräten wird Strom verbraucht. Verbrauchsvorstellungen aller Art z.B. Abnahme nach Bauteil	6	1
Batterie	Eine Batterie / Steckdose liefert eine konstante Stromstärke.	7	1
Speicherung	In einer Batterie ist Strom gespeichert.	8	1
Sonstige	Jede andere (von 2-8 strukturell verschiedene) richtige Lösung z. B. Strom und Energie werden konzeptuell vermischt, Strom wird als Substanz gleichgesetzt Insgesamt sollte jedoch diese Kategorie sparsam eingesetzt werden.	9	1

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Item	0		1		2		3		4		5		6	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
P_s1_s	21	42.0	19	38.0	18	36.0	4	8.0	3	6.0	17	34.0	29	58.0

Item	7		8		9		999		98		NA	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
P_s1_s	5	10.0	5	10.0	13	26.0	3	6.0	2	4.0	0	0.0

Fehlende Werte (NA) = -99, Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite nicht registriert (d. h. Seite wurde nicht besucht).

N = 50

2.1.2 Item P_s2_w: Fehlvorstellungen Wärmeleitfähigkeit

Nennen Sie möglichst viele unterschiedliche fachlich unangemessene Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler zum Thema Wärmeleitfähigkeit.

Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung	Code	Score
Fehlende Antwort	Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite registriert (d. h. Seite wurde besucht), es liegt aber keine Antwort vor.	999	0
Keine Zuordnung möglich	z.B. „keine Ahnung“ oder „nicht Realschulstoff“	98	0
Falsche Antwort	Falsche/ unverständliche/ unvollständige oder missverstandene Lösung Aufgabe missverstanden z.B. Probleme bei Schülerinnen und Schüler in der Oberstufe auftreten	0	0
	Keine fachlich unangemessene Lösung oder lediglich Bezug zu Wärme	1	0
Wärme als Stoff	Wärme ist ein Stoff, der in Gegenständen fließt. Bewegende Teilchen fallen hier mit dazu.	2	1
Wärme als Kälte	Auch Kälte kann geleitet werden.	3	1
Wärmestau	Wärme staut sich solange in einem Objekt, bis das Objekt die Wärme nicht mehr halten kann. Dann bewegt sich die Wärme weg.	4	1
Aktive Wärme	Einige Stoffe „machen“ warm, andere „machen“ kalt.	5	1
Sonstige	Jede andere (von 2-5 strukturell verschiedene) richtige Lösung. Hierzu zählen beispielsweise Vorstellungen wie „Die Wärmeleitfähigkeit ist unabhängig vom Material.“ Oder „Luft ist ein guter Wärmeleiter“.	6	1

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Item	0		1		2		3		4	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
P_s2_w	4	8.0	13	26.0	5	10.0	5	10.0	1	2.0

Item	5		6		999		98		NA	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
P_s2_w	1	2.0	7	14.0	6	12.0	2	4.0	6	12.0

Fehlende Werte (NA) = -99, Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite nicht registriert (d. h. Seite wurde nicht besucht).
N = 50

2.2 Wissen über Erklären und Repräsentieren von Inhalten (E & R)**2.2.1 Item P_e1_m: Modelle und Analogien für Stromkreise**

Zur Erarbeitung des Spannungsbegriffs werden oft Modelle und Analogien verwendet. Nennen Sie bitte möglichst viele grundlegend verschiedene geeignete Modelle bzw. Analogien und beschreiben diese knapp und präzise.

Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung	Code	Score
Fehlende Antwort	Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite registriert (d. h. Seite wurde besucht), es liegt aber keine Antwort vor.	999	0
Keine Zuordnung möglich	z.B. „keine Ahnung“ oder „nicht Realschulstoff“	98	0
Falsche Antwort	Falsche/ unverständliche/ unvollständige oder missverstandene Lösung Aufgabe missverstanden z.B. Probleme bei Schülerinnen und Schüler in der Oberstufe auftreten	0	0
	Nur Nennung der Modelle ohne kurze Erläuterung. Diese Erläuterung muss immer mindestens einen grundlegenden Analogieschluss umfassen	1	0
Höhenmodell	Wasser wird auf eine Ebene hochgepumpt und fließt über ein Wasserrad herunter. Höhe = Potential, Höhenunterschied = Spannung, Wasserstromstärke = Stromstärke	2	1
Fahrradkettenmodell	Kettenglieder einer Fahrradkette bewegen sich über die Zahnräder. Kettenspannkraft = Potential, Geschwindigkeit der Kettenglieder = Stromstärke, Kraft, mit der die Kette angetrieben wird = Spannung	3	1
Rucksackmodell	Einzelne Personen (z.B. Menschen mit einem Rucksack) transportieren Objekte (z.B. in Gold in ihrem Rucksack) zu einem Lämpchen. Personen = Ladungsträger, Anzahl der vorbeilaufenden Personen pro Zeiteinheit = Stromstärke, abgegebene Objekte = Energie, abgegebene Objekte pro Person = Spannung	4	1
Wasserkreislaufmodell	Pumpe im Wasserkreislaufmodell: Der Druck, der durch die Pumpe entsteht, entspricht im Prinzip dem elektrischen Feld, in dem sich die Elektronen im Leiter bewegen“, „Wasserhahn-Druck herrscht auch bei geschlossenem Hahn (23021): So liegt auch die Spannung am Stromkreis an, aber erst, wenn der Schalter geschlossen (der Wasserhahn offen) ist, können Ladungen, also el. Strom, fließen“, „wenn Rohrdurchmesser kleiner wird (= wachsendem Widerstand), dann muss ich Wasser (= el. Strom) mit mehr Kraft pumpen (= wachsende Spannung), um	5	1

	gleich viel Wasser fließen zu lassen“, „Strom entspricht dem Wasserfluss durch ein Rohr, die Spannung entspricht dem Druck“ (23043), „Diffusion: Drang einer konzentrierten Lösung, sich auszugleichen“ (42182).		
Stäbchenmodell	Ähnlich wie Höhenmodell von Wasser aber mit explizitem Bezug zum Einsatz von Stäbchen	6	1
Elektronengasmodell	Luftströmung als Folge von Druckunterschieden wird in Analogie zum Stromkreis gesetzt	7	1
Sonstige	Jede andere (von 2-7 strukturell verschiedene) richtige Lösung	8	1

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Item	0		1		2		3		4		5	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
P_e1_w	9	18.0	17	34.0	16	32.0	8	16.0	3	6.0	13	26.0

Item	6		7		8		999		98		NA	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
P_e1_w	1	2.0	3	6.0	13	26.0	3	6.0	2	4.0	2	4.0

Fehlende Werte (NA) = -99, Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite nicht registriert (d. h. Seite wurde nicht besucht). N = 50

2.2.2 Item P_e2_w: Erklärung Wärmeleitfähigkeit

Eine Schülerin berichtet von folgender Alltagserfahrung: „Der Wohnzimmertisch aus Holz fühlt sich wärmer an als der Stuhl aus Metall.“ Nennen Sie bitte möglichst viele grundlegend verschiedene schülergerechte Erklärungsansätze für die Wärmeleitfähigkeit.

Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung	Code	Score
Fehlende Antwort	Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite registriert (d. h. Seite wurde besucht), es liegt aber keine Antwort vor.	999	0
Keine Zuordnung möglich	z.B. „keine Ahnung“ oder „nicht Realschulstoff“	98	0
Falsche Antwort	Falsche/ unverständliche/ unvollständige oder missverstandene Lösung Aufgabe missverstanden z.B. Teilchenmodell zur Erklärung bei Sek I Problem	0	0
	Fachlich falsche Erklärungen zur Wärmeleitung	1	0
Elektrische Leitfähigkeit	Analogie zwischen Wärmeleitfähigkeit und elektrische Leitfähigkeit. Holz als schlechter Leiter des elektrischen Stroms, Metall als guter Leiter des elektrischen Stroms. Die Analogie zum Strom sollte expliziert werden.	2	1
Umschreibung	Wärmeleitfähigkeit als Maß dafür, wie schnell die Wärme von unserer Hand abgeführt werden kann. Metall kann die Wärme schneller abführen als Holz. Metalle leiten Wärme besser als Holz.	3	1
Temperaturwahrnehmung	Die Haut kann nicht die absolute Temperatur messen, nur die Änderung der Temperatur. Zwischen Holz und Haut findet die Änderung der Hauttemperatur langsamer statt, während sich zwischen Metall und Haut sehr schnell ein Temperaturgleichgewicht einstellt.	4	1
Alltagserfahrungen	Rückbezug konkreter Alltagserfahrungen. Ein Holzstock, der lange im Feuer lag, kann problemlos angefasst werden. Ein vergleichbarer Metallstab, der im Feuer lag, kann nicht mehr problemlos angefasst werden.	5	1

Gegenständliche Modellierung	Zum Beispiel Schüler*innen stellen Teilchen dar und Kopplung wird durch stärker der Verbindung verdeutlicht.	6	1
Sonstige	Jede andere (von 2-6 strukturell verschiedene) richtige Lösung.	7	1

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Item	0		1		2		3		4		5	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
P_e2_w	24	48.0	5	10.0	0	0.0	17	34.0	1	2.0	0	0.0

Item	6		7		999		98		NA	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
P_e2_w	2	4.0	3	6.0	10	20.0	1	2.0	6	12.0

Fehlende Werte (NA) = -99, Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite nicht registriert (d. h. Seite wurde nicht besucht). N = 50

2.3 Wissen über Gestaltung von Erkenntnisgewinnungsprozessen (Pot)

2.3.1 Item P_p1_1: Fragen stellen und Untersuchen zu Stromkreisen

Sie planen mehrere Unterrichtsstunden zu einfachen Stromkreisen. Ausgangspunkt hierfür sollen Phänomene auf der Basis von Reihen- und Parallelschaltungen (z. B. Lichterketten) sein. Skizzieren Sie stichpunktartig, wie Sie es in mehreren Stunden ermöglichen, dass die Schülerinnen und Schüler (1) zunächst auf Grundlage der Phänomene Fragen und Ideen entwickeln und (2) im weiteren Verlauf diese Fragen und Ideen untersuchen.

Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung	Code	Score
Fehlende Antwort	Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite registriert (d. h. Seite wurde besucht), es liegt aber keine Antwort vor.	999	0
Keine Zuordnung möglich	z.B. „keine Ahnung“ oder „nicht Realschulstoff“	98	0
Falsche Antwort	Falsche/ unverständliche/ unvollständige oder missverstandene Lösung Aufgabe missverstanden	0	0
	Lehrkräfte geben Fragestellung und Untersuchung direkt vor	1	0
Phänomen als Ausgangspunkt	Ein Phänomen/Problem bildet den Ausgangspunkt für die Formulierung von Fragestellungen/Überlegungen	2	1
Entwicklung von Fragen	Schülerinnen und Schüler formulieren eigene Fragen bezogen auf das Phänomen (auch wenn diese nicht wissenschaftliche Fragen sind).	3	1
Diskussion über Fragen	Es werden eine oder mehrere Fragen identifiziert, die mit naturwissenschaftlichen Methoden untersucht werden können.	4	1
Formulierung von Hypothesen	Die Schülerinnen und Schüler bringen eigene Hypothesen / Vermutungen / Erwartungen / Erklärungsansätze auch bezogen auf Fragen ein.	5	1
Begründung von Hypothesen	Vermutungen / Hypothesen / Erwartungen / Erklärungsansätze werden explizit begründet/erklärt	6	1
Auswahl von Hypothesen	Es werden eine oder mehrere konkrete Hypothesen / Vermutungen / Erwartungen / Erklärungsansätze diskutiert und zu prüfende ausgewählt.	7	1
Planung einer Untersuchung	Es wird ein Experiment / eine Untersuchung praktisch geplant. Dabei wird nicht erwartet, dass die Schülerinnen und Schüler die Planung vollständig alleine leisten. D. h. auch das aus einer Vielzahl an Materialien Experimente entwickelt werden.	8	1

Diskussion über Untersuchungsansätze	Es werden verschiedene (experimentelle) Varianten diskutiert.	9	1
Begründete Wahl der Sozialform	Die gewählte(n) Sozialform(en) (Gruppenarbeit, Partnerarbeit, Plenum) ist/sind geeignet und es wird angemessen begründet, die Fragestellung/das Problem zu bearbeiten (mit einem Mehrwert für den Erkenntnisgewinnungsprozess/den Fähigkeitserwerb).	10	1
Sammlung von Beobachtungen	Zielgerichtete Beobachtungen werden gesammelt. Aufnahmen von Daten bzw. Durchführung von Messungen.	11	1
Interpretation	Die Beobachtungen / Daten werden interpretiert. Es wird explizit ein Ergebnis formuliert, das über die einzelne Beobachtung hinausgeht (z.B. Schlussfolgerung). Kann Teil der Ergebnissicherung sein.	12	1
Reflexion	Ergebnisse bzw. deren Zustandekommen (z.B. Methodik, Messgenauigkeit) werden kritisch hinterfragt / diskutiert / reflektiert.	13	1
Verallgemeinerung	Das Ergebnis wird eingeordnet / verallgemeinert (ggf. unter Rückbezug zur Fragestellung / Hypothese).	14	1
Arbeit mit Modellen	Es werden Modelle entwickelt, gestaltet, diskutiert, kritisiert und deren Einsatz reflektiert.	15	1

Anmerkung: Im Gegensatz zur Kodierung der Facette in den anderen naturwissenschaftlichen Fächern wird der Bereich Modelle nur mit einem Code abgebildet, da dieser nicht Schwerpunkt des Items ist.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Item	0		1		2		3		4		5	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
P_p1_I	1	2.0	18	36.0	30	60.0	4	8.0	0	0.0	9	18.0

Item	6		7		8		9		10		11	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
P_p1_I	0	0.0	0	0.0	20	40.0	3	6.0	2	4.0	21	42.0

Item	12		13		14		15		999		98		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
P_p1_I	11	22.0	0	0.0	8	16.0	2	4.0	7	14.0	5	10.0	3	6.0

Fehlende Werte (NA) = -99, Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite nicht registriert (d. h. Seite wurde nicht besucht). N = 50

2.3.2 Item P_p2_e: Diskussion von Experimenten zur Wärmeleitung

Ihre Schülerinnen und Schüler sollen durch ein Experiment die Frage beantworten, wie gut verschiedene Metalle Wärme leiten. Hierzu erhitzen die Schülerinnen und Schüler ein Ende eines Metallstabes mit einer Kerze und messen die Temperatur am anderen Ende des Stabes. Die Schülerinnen und Schüler können das Experiment selbstständig planen und zwischen verschiedenen Metallen unterschiedlicher Länge wählen. Da Ihre Schülerinnen und Schüler die Variablenkontrollstrategie nicht berücksichtigt haben, äußern sie bei der Präsentation ihrer Messreihen verschiedene Vermutungen über den besten Wärmeleiter.

Skizzieren Sie stichpunktartig, wie Sie es in Ihrer Unterrichtsstunde ermöglichen, dass die Schülerinnen und Schüler Ihrer Klasse (1) über ihre Vermutungen miteinander diskutieren und (2) eine erneute Untersuchung planen.

Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung	Code	Score
Fehlende Antwort	Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite registriert (d. h. Seite wurde besucht), es liegt aber keine Antwort vor.	999	0
Keine Zuordnung möglich	z.B. „keine Ahnung“ oder „nicht Realschulstoff“	98	0
Falsche Antwort	Falsche/ unverständliche/ unvollständige oder missverständliche Lösung Aufgabe missverstanden	0	0
	Lehrkräfte geben Fragestellung und Untersuchung direkt vor	1	0
Phänomen als Ausgangspunkt	Ein Phänomen/Problem bildet den Ausgangspunkt für die Formulierung von Fragestellungen/Überlegungen	2	1
Entwicklung von Fragen	Schülerinnen und Schüler formulieren eigene Fragen bezogen auf das Phänomen (auch wenn diese nicht wissenschaftliche Fragen sind).	3	1
Diskussion über Fragen	Es werden eine oder mehrere Fragen identifiziert, die mit naturwissenschaftlichen Methoden untersucht werden können.	4	1
Formulierung von Hypothesen	Die Schülerinnen und Schüler bringen eigene Hypothesen / Vermutungen / Erwartungen / Erklärungsansätze auch bezogen auf Fragen ein.	5	1
Begründung von Hypothesen	Vermutungen / Hypothesen / Erwartungen / Erklärungsansätze werden explizit begründet/erklärt	6	1
Auswahl von Hypothesen	Es werden eine oder mehrere konkrete Hypothesen / Vermutungen / Erwartungen / Erklärungsansätze diskutiert und zu prüfende ausgewählt.	7	1
Planung einer Untersuchung	Es wird ein Experiment / eine Untersuchung praktisch geplant. Dabei wird nicht erwartet, dass die Schülerinnen und Schüler die Planung vollständig alleine leisten. D. h. auch das aus einer Vielzahl an Materialien Experimente entwickelt werden.	8	1
Diskussion über Untersuchungsansätze	Es werden verschiedene (experimentelle) Varianten diskutiert.	9	1
Begründete Wahl der Sozialform	Die gewählte(n) Sozialform(en) (Gruppenarbeit, Partnerarbeit, Plenum) ist/sind geeignet und es wird angemessen begründet, die Fragestellung/das Problem zu bearbeiten (mit einem Mehrwert für den Erkenntnisgewinnungsprozess/den Fähigkeitserwerb).	10	1
Sammlung von Beobachtungen	Zielgerichtete Beobachtungen werden gesammelt. Aufnahmen von Daten bzw. Durchführung von Messungen.	11	1
Interpretation	Die Beobachtungen / Daten werden interpretiert. Es wird explizit ein Ergebnis formuliert, das über die einzelne Beobachtung hinausgeht (z.B. Schlussfolgerung). Kann Teil der Ergebnissicherung sein.	12	1
Reflexion	Ergebnisse bzw. deren Zustandekommen (z.B. Methodik, Messgenauigkeit) werden kritisch hinterfragt / diskutiert / reflektiert.	13	1
Verallgemeinerung	Das Ergebnis wird eingeordnet / verallgemeinert (ggf. unter Rückbezug zur Fragestellung / Hypothese).	14	1
Arbeit mit Modellen	Es werden Modelle entwickelt, gestaltet, diskutiert, kritisiert und deren Einsatz reflektiert.	15	1

Anmerkung: Im Gegensatz zur Kodierung der Facette in den anderen naturwissenschaftlichen Fächern wird der Bereich Modelle nur mit einem Code abgebildet, da dieser nicht Schwerpunkt des Items ist.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Item	0		1		2		3		4		5	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
P_p2_e	4	8.0	7	14.0	0	0.0	1	2.0	0	0.0	1	2.0

Item	6		7		8		9		10		11	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
P_p2_e	0	0.0	1	2.0	19	38.0	4	8.0	5	10.0	7	14.0

Item	12		13		14		15		999		98		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
P_p2_e	12	24.0	11	22.0	0	0.0	0	0.0	10	20.0	1	2.0	7	14.0

Fehlende Werte (NA) = -99, Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite nicht registriert (d. h. Seite wurde nicht besucht). N = 50

3. Biologie

Bei den Items zu den Facetten Skog und E & R (B_s1_m, B_s2_t, B_e1_g, B_e2_s) sind jeweils mehrere Antworten von den Lehrkräften zu geben. Die Lehrkräfte sind aufgefordert, ihre Antworten fortlaufend innerhalb einer Aufgabe zu nummerieren. Die Segmentierung der Antworten erfolgt entlang dieser Nummerierung; fehlt sie, wird die Segmentierung anhand von Umbrüchen, Spiegelstrichen oder Sinneinheiten durch die Kodierenden vorgenommen. Für jede Antwort bzw. jedes Segment wird ein Code vergeben. Lässt sie sich nicht einem im Kodierleitfaden enthaltenen Code zuordnen, entspricht aber einer korrekten Antwort, wird stets der Code „Andere Lösung“ vergeben.

Jede korrekte Antwort wird in den Facetten Skog und E & R jeweils mit einem Punkt bewertet (Score = 1), wobei für einen Code nur einmal Punkte vergeben werden. So ergeben beispielsweise zwei Antworten, die jeweils mit dem Code „3“ kodiert werden, nur einen Punkt. Eine Ausnahme stellt der Code „Andere Lösung“ dar: Werden zwei oder mehr substantiell verschiedene Antworten gegeben, die nicht im Kodierleitfaden enthalten sind, erhält jede Antwort einen Punkt (jeweils Score = 1). Falsche Antworten werden mit null Punkten bewertet (Score = 0). Der Gesamtscore pro Item ergibt sich durch Addition aller Punkte. Bei einer missverstandenen Aufgabe werden ebenfalls keine Punkte vergeben (Score = 0).

Bei den Items zur Facette Pot (B_p1_m, B_p2_f) sind die Lehrkräfte angehalten, Unterrichtsverläufe zu skizzieren. Die Codes werden bei dieser Facette für die in der Antwort enthaltenen Aspekte des schülerorientierten Unterrichts vergeben. Jeder Code kann innerhalb einer Antwort nur einmal vergeben werden. Werden beispielsweise beim Item B_p2_f mehrere Phänomene genannt, anhand derer Fragestellungen zum Thema „Sehen und Wahrnehmung“ von Schüler*innen entwickelt werden können, wird nur einmal der entsprechende Code vergeben. Jeder Code, der für einen korrekten Aspekt in der Unterrichtsskizze kodiert, wird mit einem Punkt bewertet (Score = 1), falsche Antworten oder missverstandene Aufgaben mit null Punkten (Score = 0). Der Gesamtscore der Aufgaben ergibt sich jeweils durch Addition aller Punkte.

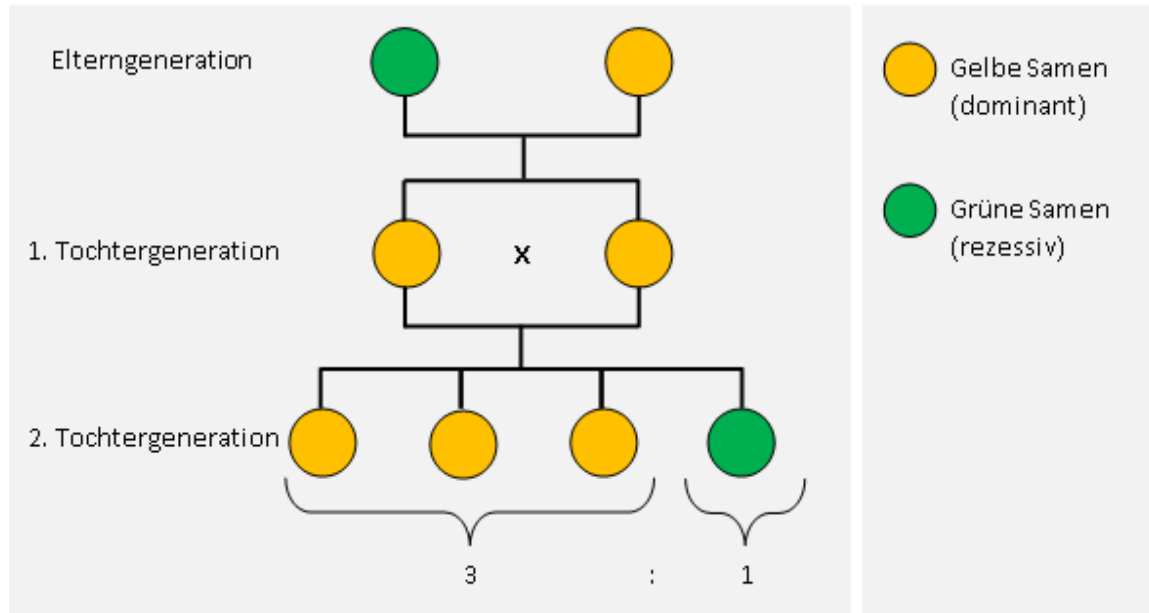
Für jedes Item findet sich in den folgenden Abschnitten (3.1–3.3) eine Tabelle zu den Häufigkeiten der vergebenen Codes. Die relativen Häufigkeiten sind dabei normiert an der Gesamtstichprobe ($N = 64$). Analog zur Bewertung der Antworten mit Punkten sind dabei mehrfache Antworten einer Lehrkraft, die mit demselben Code kodiert wurden, nur einmal in die Häufigkeiten einbezogen.

Für Analysen über mehrere Fächer hinweg werden die FDW-Skalenwerte pro Fach jeweils z-standardisiert.

3.1 Wissen über kognitive Schülerfehler und -schwierigkeiten (Skog)

3.1.1 Item B_s1_m: Mendelsche Regeln

In vielen Schulbüchern finden sich zum Thema Genetik Abbildungen zu den Mendelschen Versuchen, die der folgenden ähnlich sind.



Welche fachlich problematischen Vorstellungen von Vererbung können bei Schülerinnen und Schülern durch die Abbildung hervorgerufen oder verstärkt werden? Nennen Sie möglichst viele verschiedene Vorstellungen. Bitte nummerieren Sie Ihre Vorschläge fortlaufend durch.

Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung	Code	Score
Fehlende Antwort	Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite registriert (d. h. Seite wurde besucht), es liegt aber keine Antwort vor.	999	0
Keine Zuordnung möglich	Lehrkräfte, die Antworten ohne erkennbaren inhaltlichen Bezug geben. <i>Ankerbeispiel:</i> "nicht Realschulstoff" „unterrichte ich nicht“	98	0
Missverständene Aufgabe	Lehrkräfte, die die Frage als solche missverstehen z. B. aufschreiben, weshalb ihre Schülerinnen und Schüler etwas <i>nicht</i> verstehen könnten z. B. aufschreiben, was in der Grafik fehlt	0	0
Unverständliche oder falsche Lösung	Die genannte fachlich problematische Vorstellung von Schülerinnen und Schülern ist so knapp formuliert, dass der Kern der Aussage nicht erfasst werden kann oder sie ist als fachlich falsch einzuordnen. <i>Ankerbeispiel:</i> „Mischerbig oder reinerbig?“ „Dass die Vererbung nur innerhalb der entstandenen Tochterzellen abläuft (keine Fremdgene kommen dazu)“ „es kann die Vorstellung entstehen, dass mit Geschwistern weiter gekreuzt wird.“	1	0
Übergeneralisierung des Beispiels / der Abbildung	Es wird angegeben, dass Schülerinnen und Schüler die Vorstellung entwickeln könnten, dass die modellhafte Abbildung die vollständige Vererbung bei Erbsen zeigt. <i>Ankerbeispiel:</i>	2	0

	<i>„Es wird immer nur ein Merkmal weitergegeben“ „Es werden nur die gezeigten Merkmale vererbt“</i>		
Verallgemeinerung der Mendelschen Regeln auf Vererbung I	Es wird angegeben, dass Schülerinnen und Schüler die Vorstellung entwickeln könnten, dass Vererbung ausschließlich nach den drei mendelschen Regeln funktioniert, sodass es nur dominant-rezessive Erbgänge gibt. Darunter fällt auch die Nennung von Beispielen, welche genetischen Mechanismen / Erbgänge mit der ausschließlichen Fokussierung auf dominant-rezessive Erbgänge vernachlässigt werden.	3	
	<i>Ankerbeispiel: „Vererbung funktioniert immer entlang dieser Regel“ „Keine intermediären Typen / keine genetische Rekombination“</i>		
Verallgemeinerung der Mendelschen Regeln auf Vererbung II	Es wird angegeben, dass Schülerinnen und Schüler die Vorstellung entwickeln könnten, dass keine weiteren Faktoren an der Ausprägung von Merkmalen beteiligt sind (z. B. Umweltfaktoren, epigenetische Faktoren).	4	
Verhältnis von Genotyp und Phänotyp I	Es wird angegeben, dass Schülerinnen und Schüler die Vorstellung entwickeln könnten, dass eine direkte Vererbung von Merkmalen stattfindet, also nicht Gene, sondern Merkmale vererbt werden. Die Merkmale als solche verhalten sich dominant oder rezessiv.	5	
	<i>Ankerbeispiel: „Vererbung durch Kreuzung des Phänotyps“ „Chromosomen spielen keine Rolle“</i>		
Verhältnis von Genotyp und Phänotyp II	Es wird angegeben, dass Schülerinnen und Schüler die Vorstellung entwickeln könnten, dass die Begriffe „dominant“ und „rezessiv“ auf Phänotypen bezogen werden.	6	
	<i>Ankerbeispiel: „Gelb ist gegenüber Grün dominant“</i>		
Verhältnis von Genotyp und Phänotyp III	Es wird angegeben, dass Schülerinnen und Schüler die Vorstellung entwickeln könnten, dass einem Phänotyp auch immer der gleiche Genotyp zugrunde liegt, wobei die Weitergabe je eines Allels der Eltern nicht mitgedacht wird. Dadurch werden rezessive Allele übersehen bzw. die Weitergabe von rezessiven Allelen durch die Elterngeneration nicht mitgedacht.	7	
	<i>Ankerbeispiel: „Gelbe Samen sind genotypisch identisch“ „Grüne Farbe taucht in der F2 Generation spontan neu auf“</i>		
Verhältnis von Genotyp und Phänotyp IV	Es wird angegeben, dass Schülerinnen und Schüler die Vorstellung entwickeln könnten, dass ein Gen für ein Merkmal codiert.	8	
	<i>Ankerbeispiel: „Ein-Gen-Ein-Merkmal-Hypothese“ „keine Vorstellung von Polygenie / Polyphänie“</i>		
Statistisch	Es wird angegeben, dass fachlich problematische Vorstellungen in Hinblick auf die angegebene Anzahl der Nachkommen entstehen könnten, sodass angenommen wird, dass exakt zwei Nachkommen in der F1 und exakt vier Nachkommen in der F2 Generation entstehen. Es wird nicht verstanden, dass es sich dabei um die Angabe von Wahrscheinlichkeiten handelt.	9	
	<i>Ankerbeispiel: „die Geschwister der 1. Tochtergenerationen bekommen vier Nachkommen“ „dass sich die Phänotypen immer exakt in diesem Verhältnis aufteilen, auch bei wenigen Nachkommen“</i>		
Anthropomorphe Vorstellung von	Es wird angegeben, dass Schülerinnen und Schüler aufgrund der Begriffe „dominant“ und „rezessiv“ die	10	

Jeder Code wird mit einem Punkt bewertet. Der Score ergibt sich durch die Bildung der Summe.

dominant und rezessiv	Vorstellung entwickeln könnten, dass ein Gen oder ein Merkmal das andere beherrscht / eines stärker ist als das andere.	
	<i>Ankerbeispiel: „Gelbe Samen sind stark und grüne Samen schwach“</i>	
Geschlechtliche Vermehrung bei Pflanzen I	Es wird angegeben, dass Schülerinnen und Schüler die Vorstellung entwickeln könnten, dass Samen direkt gekreuzt/verpaart werden und damit die Vermehrung nicht über Blüten und Keimzellen stattfindet. Die sexuelle Vermehrung wird also nicht mitgedacht und damit die Vorstellung über die Rekombination erschwert.	11
	<i>Ankerbeispiel: „Es kann die Fehlvorstellung entstehen, die Erbsen würden direkt gekreuzt werden, anstatt die Erbsenpflanzen.“</i>	
Geschlechtliche Vermehrung bei Pflanzen II	Es wird angegeben, dass Schülerinnen und Schüler die Vorstellung entwickeln könnten, dass alle Nachkommen weiblich sind, da der Begriff Tochtergeneration diese Vorstellung nahelegt.	12
	<i>Ankerbeispiel: „Tochtergenerationen sind immer weiblich“</i>	
Andere Lösung	Jede andere (von 2-12 inhaltlich unterscheidbare) plausible / richtige Lösung.	13

Anmerkung: Wenn Code 13 ("Andere Lösung") für substantiell unterschiedliche Lösungen mehrmals bei einer Person vergeben wird, wird je ein Punkt vergeben.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Item	0		1		2		3		4		5	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
B_s1_m	15	23.4	18	28.1	11	17.2	7	10.9	2	3.1	5	7.8

Item	6		7		8		9		10		11	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
B_s1_m	1	1.6	10	15.6	4	6.3	24	37.5	4	6.3	3	4.7

Item	12		13		999		98		NA	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
B_s1_m	4	6.3	6	9.4	8	12.5	2	3.1	0	0.0

Fehlende Werte (NA) = -99, Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite nicht registriert (d. h. Seite wurde nicht besucht). N = 64

3.1.2 Item B_s2_t: Theorie

Eine Schülerin macht folgende Aussage: "Evolution ist ja auch nur eine Theorie! Die einen glauben halt an Gott, die anderen an Darwin!".

Nennen Sie möglichst viele Vorstellungen, was Schülerinnen und Schüler fälschlicherweise unter einer Theorie verstehen können. Das Thema Evolution ist hier nur ein Beispiel. Bitte nummerieren Sie Ihre Vorschläge fortlaufend durch.

Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung	Code	Score
Fehlende Antwort	Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite registriert (d. h. Seite wurde besucht), es liegt aber keine Antwort vor.	999	0
Keine Zuordnung möglich	Lehrkräfte, die Antworten ohne erkennbaren inhaltlichen Bezug geben. <i>Ankerbeispiel:</i> <i>"nicht Realschulstoff"</i> <i>„unterrichte ich nicht“</i>	98	0
Missverstandene Aufgabe	Lehrkräfte, die die Frage als solche missverstehen z. B. Probleme bei der Vereinbarkeit von Glaube und Evolutionstheorie nennen; z. B. weitere Theorien nennen z. B. das richtige Verständnis einer Theorie beschreiben und nicht auf die Vorstellungen von Schülerinnen und Schüler eingehen	0	0
Unverständliche oder falsche Lösung	Die genannte fachlich problematische Vorstellung von Schülerinnen und Schülern sind so knapp formuliert, dass der Kern der Aussage nicht erfasst werden kann oder ist als fachlich falsch einzuordnen. <i>Ankerbeispiel:</i> <i>„Theorie ist allgemeingültig“</i>	1	0
Bezug zwischen Theorie und Empirie I	Es wird angegeben, dass Schülerinnen und Schüler die Vorstellung haben könnten, dass eine Theorie eine Art Vorstellung (von Wissenschaftler:innen) ist, die sich nicht zwingend auf eine Datengrundlage berufen muss bzw. nicht zwingend anhand von Daten entwickelt wird. Eine Theorie wird nicht systematisch gewonnen. <i>Ankerbeispiel:</i> <i>„eine Theorie ist nicht wissenschaftlich belegt“</i> <i>„ungesicherte Behauptungen“</i> <i>„Theorie wird nicht als wissenschaftliche fundierte Erkenntnis anerkannt“</i>	2	
Bezug zwischen Theorie und Empirie II	Es wird angegeben, dass Schülerinnen und Schüler die Vorstellung haben könnten, dass eine Theorie nicht anhand von Daten falsifiziert werden kann. Eine einmal aufgestellte Theorie ist damit unwiderlegbar. <i>Ankerbeispiel:</i> <i>„Theorien sind unwiderlegbar“</i>	3	
Theorie als eine mögliche wissenschaftliche Erklärung / als Hypothese	Es wird angegeben, dass Schülerinnen und Schüler die Vorstellung haben könnten, dass eine Theorie nur eine Möglichkeit unter vielen ist, also eine Theorie nur eine vielleicht richtige Erklärung der Wirklichkeit darstellt. Eine Theorie ist dabei ein gedankliches Konstrukt, dass man erst noch (wissenschaftlich) belegen muss. Parallel dazu existieren andere Ideen. <i>Ankerbeispiel:</i> <i>„Theorie als hypothetisches Konstrukt (eine Möglichkeit, die vielleicht stimmt)“</i> <i>„Theorien gibt es viele, aber diese stimmen meistens nicht“</i>	4	
Theorie als Weltanschauung bzw. Glaube	Es wird angegeben, dass Schülerinnen und Schüler die Vorstellung haben könnten, dass eine Theorie eine Weltanschauung oder ein Glaube ist – manche Personen schließen sich diesem Glauben an, andere nicht. Die Meinung kann auch historischen Personen(-gruppen) zugeschrieben werden. <i>Ankerbeispiel:</i> <i>„Ausgedachtes, was sich verbreitet hat“</i>	5	
Verwechslung mit einer Alltagstheorie (= Behauptung,	Es wird angegeben, dass Schülerinnen und Schüler die Vorstellung haben könnten, dass es sich bei einer wissenschaftlichen Theorie um das Gleiche handelt wie eine persönliche Alltagstheorie einer einzelnen Person, die nicht	6	

Jeder Code wird mit einem Punkt bewertet. Der Score ergibt sich durch die Bildung der Summe.

Mutmaßung, Fantasie, Idee)	überprüfbar, subjektiv und nicht systematisch gewonnen ist sowie unzulässig verallgemeinert.	
<i>Ankerbeispiel:</i> <i>„SuS verwechseln eine naturwissenschaftliche Theorie mit dem Alltagswort Theorie“</i> <i>„Theorie ist eine Idee“</i>		
Eine Theorie ist das Gegenteil von Praxis	Es wird angegeben, dass Schülerinnen und Schüler die Vorstellung haben könnten, dass es sich bei einer wissenschaftlichen Theorie um ein abstraktes Konstrukt handelt, dass nicht mit der Realität oder „der Praxis“ zu tun hat.	7
<i>Ankerbeispiel:</i> <i>„das Gegenteil von Praxis“</i>		
Aus Theorien kann man immer sichere Vorhersagen ableiten	Es wird angegeben, dass Schülerinnen und Schüler die Vorstellung haben könnten, dass eine Theorie ausschließlich zwangsläufig eintretende Vorhersagen treffen darf – wahrscheinlich eintretende Ereignisse sind dabei nicht vorgesehen (Bezug zur Erkenntnistheorie und Probabilistik).	8
<i>Ankerbeispiel:</i> <i>„Theorie macht keine Ausnahmen“</i>		
Eine Theorie ist das gleiche wie ein Gesetz	Es wird angegeben, dass Schülerinnen und Schüler die Vorstellung haben könnten, dass eine Theorie das gleiche wie ein Gesetz ist (Bezug zur Wissenschaftstheorie).	9
<i>Ankerbeispiel:</i> <i>„Theorien sind wie Gesetze und Regeln aus der Biologie“</i>		
Eine Theorie ist ein endgültiger Beweis / liefert finale Erklärungen	Es wird angegeben, dass Schülerinnen und Schüler die Vorstellung haben könnten, dass eine Theorie der endgültige Beweis für etwas ist (Bezug zur Erkenntnistheorie und Vorläufigkeit von Wissen). Diese Vorstellung steht im absoluten Gegensatz zur Vorstellung, dass es sich um eine Hypothese mitunter einer einzelnen Person handelt.	10
<i>Ankerbeispiel:</i> <i>„Die untersuchte und bewiesene Wahrheit“</i>		
Andere Lösung	Jede andere (von 2-10 inhaltlich unterscheidbare) plausible / richtige Lösung.	11

Anmerkung: Wenn Code 11 („Andere Lösung“) für substantiell unterschiedliche Lösungen mehrmals bei einer Person vergeben wird, wird je ein Punkt vergeben.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Item	0		1		2		3		4	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
B_s2_t	7	10.9	8	12.5	22	34.4	1	1.6	14	21.9

Item	5		6		7		8		9	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
B_s2_t	15	23.4	13	20.3	4	6.3	2	3.1	2	3.1

Item	10		11		999		98		NA	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
B_s2_t	9	14.1	0	0.0	10	15.6	1	1.6	9	14.1

Fehlende Werte (NA) = -99, Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite nicht registriert (d. h. Seite wurde nicht besucht). N = 64

3.2 Wissen über Erklären und Repräsentieren von Inhalten (E & R)

3.2.1 Item B_e1_g: Genotyp / Phänotyp

Um Schülerinnen und Schülern den Unterschied zwischen Genotyp und Phänotyp verständlich zu machen, gibt es verschiedene Möglichkeiten.

Nennen Sie möglichst viele verschiedene Erklärungsansätze und beschreiben Sie diese kurz und prägnant. Bitte nummerieren Sie Ihre Vorschläge fortlaufend durch.

Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung	Code	Score
Fehlende Antwort	Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite registriert (d. h. Seite wurde besucht), es liegt aber keine Antwort vor.	999	0
Keine Zuordnung möglich	Lehrkräfte, die Antworten ohne erkennbaren inhaltlichen Bezug geben. <i>Ankerbeispiel:</i> „nicht Realschulstoff“ „unterrichte ich nicht“	98	0
Missverstandene Aufgabe	Lehrkräfte, die die Frage als solche missverstehen und beispielsweise Medien nennen. <i>Ankerbeispiel:</i> „Erklärvideo, Sachtext“	0	0
Unverständliche Lösung oder fachlich falscher Erklärungs-ansatz	Unverständlich bzw. sehr stark verkürzte und daher unverständliche Antworten geben. Auch fachlich falsche Erklärungsansätze werden hierunter gefasst. <i>Ankerbeispiel:</i> „Bild des Merkmals“ „Im Genotyp sind Informationen enthalten, die nicht zwingend als sichtbares Allel erkennbar sind.“	1	0
Fachlicher / Definitorischer Erklärungsansatz	Es werden die fachlichen Hintergründe dargestellt, die den Schülerinnen und Schülern als Erklärung gegeben werden. Die Äußerungen haben häufig definitorischen Charakter. <i>Ankerbeispiel:</i> „Genotyp ist das vorhandene Erbgut, also die vorhandenen Informationen auf den Chromosomen“	2	Jeder Code wird mit einem Punkt bewertet. Der Score ergibt sich durch die Bildung der Summe.
Zurückführung auf allgemeine molekulargenetische Grundlagen	Es wird angegeben, dass mit Verbindung zu allgemeinen fachlichen Grundlagen der Genetik (Gene, Proteinbiosynthese) der Unterschied zwischen Genotyp und Phänotyp deutlich gemacht werden kann. <i>Ankerbeispiel:</i> „Bezug zur Proteinbiosynthese herstellen“	3	
Arbeit mit einem einfachen Beispiel	Es wird angegeben, dass den Schülerinnen und Schülern der Unterschied anhand eines Beispiels aus ihrer Lebens- und Erfahrungswelt oder anhand eines allgemeinen Beispiels / Falls aus der Biologie erklärt wird. <i>Ankerbeispiel:</i> „verschiedenen Phänotypen soll der Genotyp zugeordnet werden“ „Anlage von Kreuzungsquadraten“	4	
Arbeit mit Beispielen, die eine naive Vorstellung von Genotypen verhindern	Es wird angegeben, dass mit einem Beispiel, gearbeitet wird, bei dem es nicht mehr möglich ist, Genotyp und Phänotyp gleichzusetzen. Die Beispiele sind dadurch komplexer und die Tätigkeit bei der Bearbeitung des Beispiels basiert nicht nur auf einer bloßen Zuordnung von Genotypen zu Phänotypen (wie im Kreuzungsquadrat). <i>Ankerbeispiel:</i> „intermediären Erbgang thematisieren“	5	

	<i>„Fallbeispiele, die einen Konflikt auslösen: schwarzhaarige Eltern, blondes Kind“</i>	
Arbeit mit einem Vergleich / mit einer Metapher / mit einer Analogie	Es wird angegeben, dass ein Vergleich, eine Metapher oder eine Analogie zur Erklärung der Begriffe herangezogen wird.	6
	Ankerbeispiel: <i>„Genotyp vergleich mit gespeicherten Daten und Phänotyp vergleich mit ausgegebenen sichtbaren Funktionen / Apps“</i>	
Arbeit mit den Begriffen	Es wird angegeben, dass die Begriffe mit Bedeutung gefüllt werden können. Zum Beispiel über Eselsbrücken, Zerlegung der Wörter, Zurückführung auf deren Bedeutungsursprung.	7
	Ankerbeispiel: <i>„Phänotyp klingt wie Phänomen und ist deshalb das, was wir sehen können, Genotyp klingt wie Gen und beschreibt die Erbinformation“</i>	
Andere Lösung	Jede andere (von 2-7 inhaltlich unterscheidbare) plausible / richtige Lösung.	8

Anmerkung: Wenn Code 8 ("Andere Lösung") für substantiell unterschiedliche Lösungen mehrmals bei einer Person vergeben wird, wird je ein Punkt vergeben.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Item	0		1		2		3		4		5	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
B_e1_g	4	6.3	9	14.1	27	42.2	4	6.3	15	23.4	2	3.1

Item	6		7		8		999		98		NA	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
B_e1_g	6	9.4	8	12.5	2	3.1	7	10.9	3	4.7	6	9.4

Fehlende Werte (NA) = -99, Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite nicht registriert (d. h. Seite wurde nicht besucht). N = 64

3.2.2 Item B_e2_s: Gehirnbeteiligung beim Sehen

Beim Themenkomplex „Sehen und Wahrnehmung“ haben Schülerinnen und Schüler häufig Schwierigkeiten zu verstehen, dass nicht die Augen sehen, sondern im Gehirn Bilder und Bedeutungen entstehen.

Nennen Sie möglichst viele verschiedene Erklärungsansätze, die Ihre Schülerinnen und Schüler dabei unterstützen, den Zusammenhang von Auge und Gehirn zu verstehen und beschreiben Sie diese kurz und prägnant. Bitte nummerieren Sie Ihre Vorschläge fortlaufend durch.

Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung	Code	Score
Fehlende Antwort	Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite registriert (d. h. Seite wurde besucht), es liegt aber keine Antwort vor.	999	0
Keine Zuordnung möglich	Lehrkräfte, die Antworten ohne erkennbaren inhaltlichen Bezug geben.	98	0
	Ankerbeispiel: <i>„nicht Realschulstoff“ „unterrichte ich nicht“</i>		
Missverstandene Aufgabe	Lehrkräfte, die die Frage als solche missverstehen und zum Beispiel Medien oder allgemeine Herangehensweisen nennen (z. B. Versuche).	0	0

Unverständliche Lösung / fachlich falscher Erklärungsansatz	Unverständlich bzw. sehr stark verkürzte und daher unverständliche Antworten geben. Auch fachlich falsche Erklärungsansätze werden hierunter gefasst.	1	0
	<i>Ankerbeispiel:</i> „Löfflexperiment“		
Fachliche Erklärung mit Bezug zum Aufbau der Strukturen	Es wird angegeben, dass die fachlichen Grundlagen mit Bezug zum Aufbau der physiologischen Strukturen (Auge, Nervenbahnen, Gehirn) dazu genutzt werden können, die Funktionen und damit die Bedeutung zu verstehen. Die Äußerungen haben häufig definitorischen Charakter.	2	
	<i>Ankerbeispiel:</i> „Die Verarbeitungen der Sinneswahrnehmungen erfolgen im Gehirn“ „Das Auge nimmt Informationen aus der Umwelt nur wahr. Genauso wie die Nase oder die Haut. Das Auge macht mit diesen Informationen aber nichts ausser sie weiterzuleiten ans Gehirn. Dieses wertet die Informationen aus.“		
Fachlicher Erklärungsansatz mit direktem Bezug zum Strahlengang	Es wird angegeben, dass der Strahlengang bzw. die umgekehrte Abbildung der betrachteten Objekte auf der Netzhaut die Bedeutung des Gehirns verständlich machen können.	3	
	<i>Ankerbeispiel:</i> „Bild steht im Auge auf dem Kopf → Gehirn dreht das Bild um“		
(Organische) Dysfunktionen	Es wird angegeben, dass durch Phänomene wie die Rot- Grün-Schwäche, Defekte des Sehnervs, Blindheit etc. das Zusammenspiel von Augen und Gehirn verdeutlicht werden kann.	4	
	<i>Ankerbeispiel:</i> „Anhand von Krankheiten könnte erklärt werden, wie die eigentliche Funktion sein müsste: z. B. Netzhaut nötig, um Übertragung ans Gehirn zu ermöglichen und dann sehen zu können.“		
Erfahrungsbasiertes Beispiel I: Optische Täuschung	Es wird angegeben, dass optische Täuschungen dazu herangezogen werden können, das Zusammenspiel von Auge und Gehirn zu verdeutlichen.	5	
	<i>Ankerbeispiel:</i> „Versuche zu Sinnestäuschung, um zu verdeutlichen, dass nicht jeder in jedem Bild das gleiche sieht. Daran die Beteiligung des Gehirns am Sehen verdeutlichen.“		
Erfahrungs-basiertes Beispiel II: Räumliches Sehen	Es wird angegeben, dass das Zusammenspiel der zwei Augen bzw. der zwei Sichtfelder und dem Gehirn anhand eines Versuchs oder des grundlegenden Prinzips des räumlichen Sehens (Notwendigkeit beider Augen) verständlich gemacht werden kann.	6	
	<i>Ankerbeispiel:</i> „Die SuS betrachten ihren Daumen und halten sich abwechselnd das linke und rechte Auge zu / dann öffnen sie beide Augen / das räumliche Sehen und das Bilden eines Bildes aus der Wahrnehmung aus zwei Augen erklärt die Verarbeitung im Gehirn“		
Erfahrungs-basiertes Beispiel III: Lochbildkamera	Es wird angegeben, dass mit Hilfe eines Versuchs mit einer Lochbildkamera die Drehung von Bildern (durch das Gehirn) erfahrbar gemacht und daran das Zusammenspiel von Auge und Gehirn verständlich werden kann.	7	
Erfahrungs-basiertes Beispiel IV: Blinder Fleck	Es wird angegeben, dass ein Versuch zum blinden Fleck oder das grundlegende Prinzip ein geeignetes Beispiel ist, um das Zusammenspiel von Auge und Gehirn (bzw. die Leistung des Gehirns) zu verdeutlichen.	8	
	<i>Ankerbeispiel:</i> „Versuch zum blinden Fleck im Auge / das Gehirn kann mit einem Auge den blinden Fleck nicht kompensieren“		

Jeder
Code
wird mit
einem
Punkt
bewertet.
Der
Score
ergibt
sich
durch die
Bildung
der
Summe.

Erfahrungs-basiertes Beispiel V: Versuch zur Verarbeitung von kongruenten und inkongruenten visuellen Reizen	Es wird angegeben, dass ein Versuch zum Lesen von farbig geschriebenen Worten für Farben die Bedeutung des Gehirns für die Verarbeitung visueller Reize erfahrbar machen kann. <i>Ankerbeispiel:</i> <i>„Experiment zum Lesen von farbig geschriebenen Begriffen [...]“</i>	9
Erfahrungs-basiertes Beispiel VI: Vorwissensabhängige bzw. Erfahrungsabhängige Wahrnehmung, Interpretation und Konstruktion von Wirklichkeit	Es wird angegeben, dass die personenabhängige / erfahrungsbasierte Wahrnehmung durch einen Versuch erfahrbar gemacht oder das grundlegende Prinzip als Ausgangspunkt genutzt werden kann, um das Zusammenspiel von Auge und Gehirn bzw. die Bedeutung des Gehirns verständlich zu machen (z. B. Kippbilder, Schreibfehler, etc.). <i>Ankerbeispiel:</i> <i>„Kippbilder mit zwei oder mehreren Motiven“</i>	10
Erfahrungsbasiertes Beispiel VII: Selektive Wahrnehmung	Es wird angegeben, dass Versuche, Berichte über Versuche oder das grundlegende Prinzip zur selektiven Wahrnehmung Ausgangspunkte sein können, um das Zusammenspiel von Auge und Gehirn bzw. Sehen und Wahrnehmung verständlich zu machen. <i>Ankerbeispiel:</i> <i>„Gorilla-Experiment / SuS sollen Ballwürfe zählen, während ein Mann im Gorilla-Kostüm auftaucht / Selektive Wahrnehmung“</i> <i>„Zeugenaussagen“</i>	11
Vergleich, Analogie oder Metapher	Es wird ein Vergleich, eine Analogie oder eine Metapher angeführt, die zur Erklärung des Zusammenspiels von Auge und Gehirn herangezogen werden kann. Ein konkretes Beispiel wird genannt. <i>Ankerbeispiel:</i> <i>„Vergleiche oder Metaphern können Veranschaulichen: z. B. Computertastatur als Sinnesorgan, Kabel als Nervenbahnen und Rechner als Gehirn“</i>	12
Andere Lösung	Jede andere (von 2-12 inhaltlich unterscheidbare) plausible / richtige Lösung.	13

Anmerkung: Wenn Code 13 ("Andere Lösung") für substanziell unterschiedliche Lösungen mehrmals bei einer Person vergeben wird, wird je ein Punkt vergeben.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Item	0		1		2		3		4		5	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
B_e2_s	1	1.6	5	7.8	16	25.0	7	10.9	7	10.9	22	34.4

Item	6		7		8		9		10		11	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
B_e2_s	5	7.8	2	3.1	9	14.1	2	3.1	7	10.9	4	6.3

Item	12		13		999		98		NA	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
B_e2_s	8	12.5	8	12.5	11	17.2	4	6.3	10	15.6

Fehlende Werte (NA) = -99, Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite nicht registriert (d. h. Seite wurde nicht besucht). N = 64

3.3 Wissen über die Gestaltung von Erkenntnisgewinnungsprozessen (Pot)

3.3.1 Item B_p1_m: Arbeit mit Modellen

Modelle sind wichtige Elemente der naturwissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung.

Beschreiben Sie kurz den Verlauf einer Unterrichtsphase, in der Ihre Schülerinnen und Schüler mit einem DNA-Modell arbeiten und wie sie dabei Einblick in den Ablauf eines naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozesses bekommen. Skizzieren Sie auch kurz, wie der Erkenntnisprozess danach weiter gehen kann.

Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung	Code	Score
Fehlende Antwort	Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite registriert (d. h. Seite wurde besucht), es liegt aber keine Antwort vor.	999	0
Keine Zuordnung möglich	Lehrkräfte, die Antworten ohne erkennbaren inhaltlichen Bezug geben.	98	0
Missverständene Aufgabe	Z. B. Lehrkräfte, die verschiedene Modelle aufschreiben.	0	0
Falsche/ Unverständliche Antwort	Falsche oder zu allgemeine Beschreibungen, anhand derer kein Erkenntnisgewinn nachvollziehbar ist.	1	0
Phänomen / Fragestellung als Ausgangspunkt	Es wird ein Phänomen oder ein Problem in den Unterricht eingebracht oder dieses ergibt sich im Unterrichtsverlauf. Es ist Ausgangspunkt für den Erkenntnisprozess.	2	Jeder Code wird mit einem Punkt bewertet. Der Score ergibt sich durch die Bildung der Summe.
Sammlung von Ideen / Vermutungen	Es werden Vermutungen / Ideen / Hypothesen / für ein Modell entwickelt oder thematisiert (z. B. im historischen Rückblick).	3	
Planung eines Modells	Es werden konkrete Überlegungen zur Gestaltung eines Modells explizit thematisiert.	4	
Erstellung eines Modells	Es wird ein konkretes Modell erstellt.	5	
Durchführung von Beobachtungen	Modelle bzw. die Modellierung werden genutzt, um Erkenntnisse über das Original zu erhalten (Modelle für etwas). Dabei wird bspw. das Modell mit dem Original oder auch mit anderen Modellen verglichen. Die Vergleiche finden statt, <i>um etwas über das Phänomen bzw. den fachlichen Lerngegenstand zu erfahren, nicht über das Modell selbst.</i>	6	
Auswertung und Rückbezug zur Fragestellung/ Hypothese	Die Ergebnisse der Modellarbeit werden in Hinblick auf eine Frage- oder Problemstellung thematisiert.	7	
Modellkritik	Es werden Grenzen des verwendeten Modells reflektiert oder das Modell mit alternativen Modellen verglichen, <i>um die Güte und Aussagekraft des verwendeten Modells zu bewerten.</i>	8	
Modifikation	Die Modifikation wird am konkreten Modell oder im Vergleich mit einem zweiten Modell nachvollzogen. <i>Im Fokus steht hier die Veränderbarkeit von Modellen.</i>	9	
Zyklischer Forschungsprozess	Bezogen auf die verwendeten Modelle werden aus den Ergebnissen weitere Fragen / Hypothesen abgeleitet oder die modifizierten oder neue Modelle erneut eingesetzt. <i>Im Fokus steht hier die Fortführung dieses Erkenntnisgewinnungsprozesses / Zykluses.</i>	10	
Abstraktion / Metaebene	An mindestens einer Stelle wird im Unterrichtsverlauf explizit Gelegenheit geschaffen, über den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess bzw. die Arbeit mit Modellen im Erkenntnisgewinnungsprozess zu reflektieren und dabei Wissen über <i>Nature of Science</i> aufzubauen. z. B. über den Zweck und die Funktion von Modellen im Erkenntnisprozess, z. B. die Akzeptanz von Modellen, die mit bisherigen Ansichten brechen, wissenschaftshistorische Entwicklungen (z. B. historische oder gesellschaftliche Auswirkungen).	11	

<i>Im Fokus steht hier die Bedeutung/Nutzung von Modellen für die Wissenschaft(-sentwicklung)</i>		
Begründete Wahl / Passung der Sozialform	Die gewählte(n) Sozialform(en) (Gruppenarbeit, Partnerarbeit, Plenum) ist / sind geeignet und es wird angemessen begründet, warum die Fragestellung/das Problem in der gewählte Sozialform bearbeitet wird (mit einem Mehrwert für den Erkenntnisgewinnungsprozess/den Fähigkeitserwerb).	12

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Item	0		1		2		3		4		5	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
B_p1_m	2	3.1	5	7.8	8	12.5	8	12.5	1	1.6	33	51.6

Item	6		7		8		9		10	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
B_p1_m	21	32.8	2	3.1	13	20.3	3	4.7	0	0.0

Item	11		12		999		98		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
B_p1_m	5	7.8	1	1.6	6	9.4	3	4.7	8	12.5

Fehlende Werte (NA) = -99, Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite nicht registriert (d. h. Seite wurde nicht besucht). N = 64

3.3.2 Item B_p2_f: Fragen stellen

Fragestellungen sind zentrale Ausgangspunkte im naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess.

Beschreiben Sie kurz den Verlauf einer Unterrichtsphase im Themenbereich „Sehen und Wahrnehmung“, in der Ihre Schülerinnen und Schüler verschiedene Fragestellungen entwickeln und wie diese Ausgangspunkt für den weiteren Unterricht sein können.

Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung	Code	Score
Fehlende Antwort	Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite registriert (d. h. Seite wurde besucht), es liegt aber keine Antwort vor.	999	0
Keine Zuordnung möglich	Lehrkräfte, die Antworten ohne erkennbaren inhaltlichen Bezug geben.	98	0
Missverständene Aufgabe	Z. B. Lehrkräfte, die verschiedene Fragestellungen aufschreiben.	0	0
Falsche / Unverständliche Antwort	Falsche oder zu allgemeine Beschreibungen, anhand derer kein Erkenntnisgewinn nachvollziehbar ist.	1	0
Phänomen als Ausgangspunkt	Ein Phänomen/Problem bildet den Ausgangspunkt für die Formulierung von Fragestellungen/Überlegungen.	2	Jeder Code wird mit einem Punkt bewertet. Der Score ergibt sich durch die Bildung der Summe.
Entwicklung von Fragen	Schülerinnen und Schüler formulieren eigene Fragen (auch wenn diese keine wissenschaftlichen Fragen sind).	3	
Diskussion über Fragen	Die Fragen der Schülerinnen und Schüler werden diskutiert. Es werden eine oder mehrere Fragen identifiziert, die mit naturwissenschaftlichen Methoden untersucht werden können.	4	
Formulierung von Hypothesen	Die Schülerinnen und Schüler bringen eigene Hypothesen / Vermutungen / Erklärungsansätze ein.	5	
Begründung von Hypothesen	Vermutungen / Hypothesen / Erwartungen / Erklärungsansätze werden explizit begründet.	6	
Auswahl von Hypothesen	Es werden eine oder mehrere konkrete Hypothesen / Vermutungen / Erwartungen / Erklärungsansätze diskutiert und zu prüfende ausgewählt.	7	
Planung einer Untersuchung	Es wird ein Experiment / eine Untersuchung praktisch geplant. Dabei wird nicht erwartet, dass die Schülerinnen und Schüler die Planung vollständig alleine leisten.	8	
Diskussion über Untersuchungsansätze	Es werden verschiedene Untersuchungsansätze für die Beantwortung einer Frage diskutiert.	9	
Begründete Wahl / Passung der Sozialform	Die gewählte(n) Sozialform(en) (Gruppenarbeit, Partnerarbeit, Plenum) ist/sind geeignet und es wird angemessen begründet, warum die Fragestellung/das Problem in der gewählten Sozialform bearbeitet wird (mit einem Mehrwert für den Erkenntnisgewinnungsprozess/den Fähigkeitserwerb).	10	
Sammlung von Beobachtungen	Beobachtungen werden gesammelt (darunter ist auch die selbstständige Literaturrecherche zu verstehen, wenn z. B. keine Versuche möglich sind).	11	
Interpretation	Die Beobachtungen / Daten werden interpretiert. Es wird explizit ein Ergebnis formuliert, das über die einzelne Beobachtung hinausgeht (z. B. Schlussfolgerung).	12	
Reflexion	Ergebnisse bzw. deren Zustandekommen (z. B. Methodik, Messgenauigkeit) werden kritisch hinterfragt / diskutiert / reflektiert.	13	
Verallgemeinerung	Das Ergebnis wird eingeordnet / verallgemeinert (ggf. unter Rückbezug zur Fragestellung / Hypothese).	14	

Anmerkung: Codes werden nur einmal vergeben: Wenn Lehrkräfte mehrere Fragen oder mehrere Phänomene notieren, die als Ausgangspunkt dienen können, wird insgesamt nur einmal der Code 2 bzw. 3 vergeben.

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Item	0		1		2		3		4		5	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
B_p2_f	5	7.8	10	15.6	22	34.4	12	18.8	0	0.0	6	9.4

Item	6		7		8		9		10		11	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
B_p2_f	0	0.0	0	0.0	1	1.6	0	0.0	0	0.0	6	9.4

Item	12		13		14		999		98		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
B_p2_f	0	0.0	0	0.0	0	0.0	10	15.6	4	6.3	10	15.6

Fehlende Werte (NA) = -99, Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite nicht registriert (d. h. Seite wurde nicht besucht).

N = 64

4. Chemie

Bei den Items zu den Facetten Skog und E & R sind jeweils mehrere Antworten von den Lehrkräften zu geben, die innerhalb einer Aufgabe fortlaufend nummeriert werden sollten. Die Bestimmung der Analyseeinheiten erfolgt entlang dieser Nummerierung; fehlt sie, wird die Segmentierung entsprechend anhand von Spiegelstrichen oder Sinneinheiten durch die Kodierenden vorgenommen.

Für jede Antwort bzw. jedes Segment wird ein Code vergeben. Final sind ausnahmslos alle Antworten mit einem Code versehen worden. Inhaltlich entsprechende/gleiche Antworten werden nur einmal kodiert. So werden beispielsweise zwei vergleichbare Antworten nur beim ersten Auftreten mit einem entsprechenden Code versehen, während das zweite Auftreten mit 98 kodiert und mit 0 Punkten bewertet wird, weil es inhaltlich keine Erweiterung zum bisher Genannten darstellt. Die Kodierung erfolgt mit dreistelligen Codes für inhaltlich verschiedene Argumente/Inhaltsbereiche (1. Ziffer) und mehrere Beispiele (2. & 3. Ziffer), wobei für einen Code nur einmal Punkte vergeben werden. Wenn ein Code mit Beispiel vergeben wurde, kann die Lehrkraft den gleichen Code ohne Beispiel nicht zusätzlich erhalten.

Jede korrekte Antwort inkl. Beispiel/Konkretisierung wird jeweils mit einem Punkt bewertet. Antworten ohne Beispiel (Code x00) werden mit 0,5 Punkten (Scores) gewertet. Falsche Antworten werden mit 0 Punkten bewertet.

Bei den Items zur Facette Pot (4.3) sind die Lehrkräfte angehalten, Unterrichtsverläufe zu skizzieren. Hier erfolgt die Kodierung mit ein- oder zweistelligen Codes, ergänzt um weitere Codes, die spezifisch für die Chemieitems sind. Auch in der Facette Pot sind final ausnahmslos alle Antworten mit einem Code versehen worden. Jede korrekte Antwort gibt 1 Punkt; nur 0,5 Punkte werden für Antworten vergeben, welche nicht den eigentlichen Kern der Aufgabenstellung treffen bzw. nicht erwartet werden können, aber grundsätzlich sinnvoll und korrekt sind. Der Gesamtscore der Items ergibt sich jeweils durch Addition aller Punkte.

Für jedes Item findet sich in den Abschnitten 4.1 – 4.3 eine Tabelle zu den Häufigkeiten der vergebenen Codes. Die relativen Häufigkeiten sind dabei normiert an der Gesamtstichprobe ($N = 58$). Entsprechend der oben beschriebenen Kodierung werden inhaltlich identische/vergleichbare Antworten einer Lehrkraft nur einmal in die Häufigkeiten einbezogen.

Für Analysen über mehrere Fächer hinweg werden die FDW-Skalenwerte pro Fach jeweils z-standardisiert.

4.1 Wissen über kognitive Schülerfehler und -schwierigkeiten (Skog)

4.1.1 Item C_s1_s: Säuren

Schülerinnen und Schüler schreiben oftmals nur sauren Lösungen bzw. Säuren eine aggressive Wirkung zu und halten basische Lösungen bzw. Basen im Allgemeinen für ungefährlicher.

Zählen Sie bitte möglichst viele denkbare Gründe für diese Fehlvorstellung auf. Bitte nummerieren Sie Ihre Vorschläge fortlaufend durch.

Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung	Code	Score
Fehlende Antwort	Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite registriert (d. h. Seite wurde besucht), es liegt aber keine Antwort vor.	999	0
Inhaltliche Wiederholung		98	0
Falsche Antwort		0	0
Ätzwirkung von Säuren/sauren Lösungen im Alltag	ohne konkretes Beispiel oder z. B. sehr allgemein wie „Gegenstände“	100	0.5 (wenn keine weiteren 1xx kodiert)
	Säuren/saure Lösungen lösen Kalk (auf)/werden bei Reinigungsprozessen verwendet (z. B. Essigreiniger).	101	1
	Säuren/saure Lösungen lösen unedle Metalle (auf).	102	1
	Schwefelsäure(-Lösung) löst Zellstoff (auf).	103	1
	Säuren/saure Lösungen denaturieren Eiweiß.	104	1
	Säuren/saure Lösung verätzen Haut.	105	1
	Ätzsymbold wird eher mit Säuren/sauren Lösungen in Verbindung gebracht.	106	1
Ungefährlichkeit von Laugen im Alltag	ohne Beispiel	200	0.5 (wenn keine weiteren 2xx kodiert)
	Essbarkeit von Brezen/Laugengebäck	201	1
	Händewaschen mit Seife(nlauge)	202	1
Sinneseindrücke	ohne Beispiel	300	0.5 (wenn keine weiteren 3xx kodiert)
	saurer Geschmack allgemein (auch „saurer Obst“)	301	1
	Gegenteil von sauer ist süß im Alltag (süß gilt als positiv, weshalb sauer negativ sein muss).	302	1
	rote Farbe von pH-Papier/Indikatoren bei sauren Lösungen (rot als Zeichen für Gefahr)	303	1
	stechender Geruch von Essig(reiniger)	304	1
Wortnutzungen	ohne Beispiel	400	0.5 (wenn keine weiteren 4xx kodiert)
	Existenz der Endung „-säure“ für viele Säuren im Alltag (im Gegensatz zu „-base“)/Existenz des Wortes Säure im Alltag	401	1
	Im Alltag ist das Wort Säure/sauer häufiger vorhanden (im Gegensatz zu Base, Lauge, alkalische Lösung usw.) bzw. auch in Abgrenzung dazu, dass Basen/basische Lösungen oft andere (Alltags-)Namen haben (Spülmaschinentabs, Rohrreiniger statt Natriumhydroxid).	402	1
	Im Alltag ist das Wort Säure/sauer einheitlicher/bekannter vorhanden (im Gegensatz zu Base, Lauge, alkalische Lösung usw.) bzw. auch in Abgrenzung dazu, dass Basen/basische Lösungen oft andere (Alltags-)Namen haben (Spülmaschinentabs, Rohrreiniger statt Natriumhydroxid).	403	1

	Negative Wortbedeutung von sauer: saurer Regen	404	1
	Negative Wortbedeutung von sauer: übersäuert sein	405	1
	Negative Wortbedeutung von sauer: sauer sein/sauer werden (emotional)	406	1
	Negative Wortbedeutung von sauer: Magensäure	407	1
	Negative Wortbedeutung von sauer: Batteriesäure	408	1
Medien	Medien allgemein ohne Beispiel/weitere Differenzierung (z. B. Film, Computerspiel)	500	0.5 (wenn keine weiteren 5xx kodiert)
	Explizit reale Gegebenheiten z. B. Nachrichten, Werbung (Säureunfall, Kriminalfall)	501	1
	Explizit fiktive Gegebenheiten z. B. Breaking Bad	502	1
Behandlung im Unterricht	Unterricht/Unterrichtsverlauf ohne Beispiel/weitere Differenzierung	600	0.5 (wenn keine weiteren 6xx kodiert)
	Protonen werden als reaktiv dargestellt, Hydroxidionen nicht/weniger (z. B. auch „einfaches“ Anion in Salzen).	601	1
	Zuerst Einführung von Säuren/sauren Lösungen (als ätzend (zunächst) ohne Gegenspieler)	602	1
	Größere Präsenz im Alltag/höhere Alltagsnähe von Säuren/sauren Lösungen im Gegensatz zu Basen/basischen Lösungen	700	0.5

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Item	0		100		101		102		103		104	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
C_s1_s	14	24.1	9	15.5	6	10.3	5	8.6	0	0.0	0	0.0

Item	105		106		200		201		202		300	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
C_s1_s	5	8.6	0	0.0	4	6.9	8	13.8	10	17.2	0	0.0

Item	301		302		303		304		400		401	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
C_s1_s	13	22.4	1	1.7	2	3.5	1	1.7	1	1.7	16	27.6

Item	402		403		404		405		406		407	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
C_s1_s	3	5.17	15	25.86	0	0.00	0	0.00	1	1.72	2	3.45

Item	408		500		501		502		600		601	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
C_s1_s	2	3.5	15	25.9	11	19.0	2	3.5	9	15.5	0	0.0

Item	602		700		999		98		NA	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
C_s1_s	3	5.2	38	65.5	0	0.0	13	22.4	0	0.0

Fehlende Werte (NA) = -99, Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite nicht registriert (d. h. Seite wurde nicht besucht).

N = 58

4.1.2 Item C_s2_a: Atombau

In einer Wiederholungsphase zum Thema „Atombau“ macht ein Schüler folgende Aussage:

„Das Atom hat eine harte Mitte, die härter ist als das Äußere; das Äußere ist sehr weich.“

Zählen Sie bitte möglichst viele denkbare Gründe für diese Schülervorstellung (ggf. auch zeichnerische) auf. Bitte nummerieren Sie Ihre Vorschläge fortlaufend durch.

Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung	Code	Score
Fehlende Antwort	Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite registriert (d. h. Seite wurde besucht), es liegt aber keine Antwort vor.	999	0
Inhaltliche Wiederholung		98	0
Falsche Antwort		0	0
Masse/Teilchendichte	ohne Konkretisierung	100	0.5 (wenn keine weiteren 1xx kodiert)
	Massereichtum des Kerns/der Kernteilchen	101	1
	Massearmut der Hülle/der Elektronen	102	1
	Hohe Teilchendichte im Kern (Im Kern sind viele Teilchen auf engem Raum.)	103	1
	Geringe Teilchendichte der Elektronen (wenig Elektronen auf großem Raum, großer Abstand der Elektronen); die Hülle ist nur teilweise mit Teilchen gefüllt; die Hülle besteht aus Teilchen und „nichts“.	104	1
	Es sind mehr Teilchen im Kern als in der Hülle (Wasserstoff-Atom als Sonderfall muss nicht explizit genannt werden).	105	1
Wortbedeutungen/unsaubere Begriffsverwendungen	Ohne Konkretisierung; z. B. „Kern“ in Verbindung mit Härte ohne Beispiel, nicht aber Schale oder Hülle	200	0.5 (wenn keine weiteren 2xx kodiert)
	Elektronenwolke wird mit Weichheit assoziiert.	201	1
	Der Begriff „Kern“ wird mit Härte verbunden (z. B. Obstkern, „der harte Kern“).	202	1
	Der Außenbereich von Obst ist weich.	203	1
	Der Begriff „Schale“ wird mit Weichheit verbunden (z. B. Zwiebeln, Obst).	204	1

Spezifika der Elektronen	Ohne Konkretisierung	300	0.5 (wenn keine weiteren 3xx kodiert)
	Begrenzte Lokalisierbarkeit von Elektronen	301	1
	Bereich, in dem sich Elektronen (schnell) bewegen können	302	1
Chemische Vorgänge/Chemie Bindung	Ohne Konkretisierung	400	0.5 (wenn keine weiteren 4xx kodiert)
	Elektronenwolken/-schalen können sich gegenseitig durchdringen/überlappen; sind durchlässig.	401	1
	Elektronen (teilweise) leicht zu entfernen bzw. Elektronen können auch aufgenommen werden.	402	1
konkrete Modelle/Zeichnungen/Bilder	Ohne Konkretisierung	500	0.5 (wenn keine weiteren 5xx kodiert)
	Kern wird gedeckt gezeichnet, Hülle nur umkreist (der Gegensatz muss explizit genannt werden).	501	1
	Vergleichsbilder z. B. Kirsch kern-Eiffelturm, Orange-Fußballstadion	502	1
Streuversuch	Ohne Konkretisierung	600	0.5 (wenn keine weiteren 6xx kodiert)
	Streuung („Abprallen“) findet am Kern statt.	601	1
	Hülle wird von Alphateilchen durchdrungen.	602	1
Stoff-Teilchen-Fehler	Ohne Konkretisierung	700	0.5 (wenn keine weiteren 7xx kodiert)
	Elektronen eingebettet in „weiche“ Materie; leere Hülle ist mit (weicher) Materie/Luft gefüllt.	701	1

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Item	0		100		101		102		103		104	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
C_s2_a	3	5.2	3	5.2	11	19.0	5	8.6	2	3.5	5	8.6

Item	105		200		201		202		203		204	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
C_s2_a	0	0.0	3	5.2	2	3.5	9	15.5	6	10.3	1	1.7

Item	300		301		302		400		401		402	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
C_s2_a	0	0.0	0	0.0	5	8.6	0	0.0	3	5.2	3	5.2

Item	500		501		502		600		601		602	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
C_s2_a	4	6.9	5	8.6	4	6.9	4	6.9	10	17.2	6	10.3

Item	700		701		999		98		NA	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
C_s2_a	11	19.0	17	29.3	3	5.2	2	3.5	9	15.5

Fehlende Werte (NA) = -99, Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite nicht registriert (d. h. Seite wurde nicht besucht). N = 58

4.2 Wissen über Erklären und Repräsentieren von Inhalten (E & R)

4.2.1 Item C_e1_s: Saure Lösungen

In einer Unterrichtsstunde zum Thema Saure Lösungen verwenden einige Schülerinnen und Schüler die Begriffe *Schwefelsäure* und *Schwefelsäure-Lösung* synonym.

Bitte nennen Sie möglichst viele Ansätze zur Erklärung des Unterschieds beider Begriffe und beschreiben Sie diese kurz und prägnant (gern jeweils in ca. 1–3 Sätzen). Sie können auch Skizzen einfügen. Bitte nummerieren Sie Ihre Vorschläge fortlaufend durch.

Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung	Code	Score
Fehlende Antwort	Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite registriert (d. h. Seite wurde besucht), es liegt aber keine Antwort vor.	999	0
Inhaltliche Wiederholung		98	0
Falsche Antwort		0	0
Problematisieren von Begrifflichkeiten	Begriffe/Synonyme Verwendung von Begriffen für die Säure und die saure Lösung ansprechen ohne Konkretisierung	100	0.5 (wenn keine weiteren 1xx kodiert)
	Nicht-Existenz von Säuren als Reinstoff (Kohlensäure) → Bezeichnung/Gleichsetzung der sauren Lösung als Säure	101	1
	Bezeichnung der sauren Lösung als Säure (Salzsäure, Flusssäure)	102	1
	Bezeichnung der Säure mit anderen Begriffen (ohne Endung „-säure“ z. B. Wasserstoffchlorid, Wasserstofffluorid)	103	1
	Differenzierung der Begriffe Teilchenebene und Stoffebene (z. B. Säure als Teilchenebene bzw. Stoff- und Teilchenebene; Lösung nur Stoffebene)	104	1
	Abgrenzung Säure – saure Lösung ohne Konkretisierung	200	0.5 (wenn keine weiteren 2xx kodiert)
Zusammenhang/ Abgrenzung Säure – saure Lösung (theoretische Ansätze)	Definition der sauren Lösung über Ionen/Oxoniumionen/abgespaltene Protonen	201	1
	Teilchen der reinen Säure (Bezug zum Teilchen(namen) muss explizit gemacht werden)	202	1
	Definition der Lösung als (Stoff-)Gemisch (mit Wasser) (das bloße Nennen von -Lösung reicht nicht)	202	1
	Explizite Abgrenzung von Lösung und Säuren als <u>Reinstoff</u> (Der Begriff Reinstoff/rein muss explizit gemacht werden.)	204	1
	Reaktionsgleichungen ohne Erläuterung (Säure reagiert mit Wasser)	205	1
	Explizite Reaktion (mit Wasser), in der die Protonenabgabe deutlich wird (Protolyse)	206	1
	Explizite Behandlung des Lösungsvorgangs	207	1

Experimentelle/ Phänomenologische Ansätze	bloße Untersuchung des Reinstoffs und der Lösung ohne Eigenschaftsangabe	300	0.5 (wenn keine weiteren 3xx kodiert)
	Lösen einer flüssigen Säure in Wasser	301	1
	Lösen eines Feststoffes (NICHT Säure! Z. B. Salz, Natriumhydroxid) in Wasser	302	1
	Lösen fester Säure/Zitronensäure und Gegenüberstellung mit saurer Lösung/Zitronensäurelösung	303	1
	Lösen von Wasserstoffchlorid und Gegenüberstellung mit Salzsäure	304	1
	Unsichtbarkeit des gelösten Stoffes	305	1
	Temperaturmessung beim Lösen	306	1
	Reine Säure leitet im Gegensatz zur Lösung keinen elektrischen Strom/Leitfähigkeitsmessung	307	1
	Reine Säure hat keinen pH-Wert/pH-Wert Messungen	308	1
	Reine Säure färbt keine Indikatoren/Indikatorverwendung	309	1
	Ätzwirkung der Lösung (allgemein)	310	1
	Reine Säuren reagieren im Gegensatz zur Lösung kaum/nicht mit unedlen Metallen/anorganischen Stoffen	311	1
	Reine Schwefelsäure zersetzt Zellstoff/organische Stoffe/Zucker, (verdünnte) Lösungen z. B. 25 % nicht/kaum	312	1
	Reine Schwefelsäure ist hygroskopisch	313	1
	Unterschiede der Kenneigenschaften zeigen (z. B. Dichte, Geruch von Essigsäure, Viskosität)	314	1
	Explizite Differenzierung Schwefelsäure 98 % vs. reine Schwefelsäure	400	0.5
	Graphische/Methodische Ansätze (z. B. Molekülbaukasten)	500	0.5

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Item	0		100		101		102		103		104	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
C_e1_s	7	12.1	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	2	3.5

Item	200		201		202		203		204		205	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
C_e1_s	0	0.0	21	36.2	14	24.1	10	17.2	7	12.1	6	10.3

Item	206		207		300		301		302		303	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
C_e1_s	12	20.7	0	0.0	2	3.5	4	6.9	5	8.6	3	5.2

Item	304		305		306		307		308		309	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
C_e1_s	5	8.6	0	0.0	4	6.9	17	29.3	6	10.3	0	0.0

Item	310		311		312		313		314	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
C_e1_s	2	3.5	5	8.6	4	6.9	4	6.9	3	5.2

Item	400		500		999		98		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
C_e1_s	4	6.9	9	15.5	0	0.0	17	29.3	8	13.8

Fehlende Werte (NA) = -99, Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite nicht registriert (d. h. Seite wurde nicht besucht). N = 58

4.2.2 Item C_e2_a: Stoffeigenschaften

Um Fehlvorstellungen entgegenzuwirken, dass kleinste Teilchen (wie Atome und Moleküle) gleiche Eigenschaften haben wie der entsprechende Stoff, gibt es verschiedene Möglichkeiten.

Bitte nennen Sie möglichst viele Ansätze, eventuellen Fehlvorstellungen hier entgegenzuwirken und beschreiben Sie diese kurz und prägnant (gern jeweils in ca. 1-3 Sätzen). Sie können auch Skizzen einfügen. Bitte nummerieren Sie Ihre Vorschläge fortlaufend durch.

Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung	Code	Score
Fehlende Antwort	Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite registriert (d. h. Seite wurde besucht), es liegt aber keine Antwort vor.	999	0
Inhaltliche Wiederholung		98	0
Falsche Antwort		0	0
Modelle werden zur Erklärung herangezogen		100	0.5
Explizite Trennung Stoffebene – Teilchenebene		200	0.5
Stoffeigenschaften vs. Teilcheneigenschaften	Allgemein: Teilchen haben nicht die gleichen Eigenschaften wie die Stoffe.	300	0.5 (wenn keine weiteren 3xx kodiert)
	Teilchenebene als Erklärung für chemische Reaktionen/Reaktionsverläufe (z. B. Kupfersulfidsynthese)	305	1
	Allgemeine Abhängigkeit der Stoffeigenschaften von Mengenverhältnis der Teilchen eines Stoffes (z. B. Eisen(II)-chlorid, Eisen(III)-chlorid)	307	1
	Allgemeine Abhängigkeit der Stoffeigenschaften von der Bindung der Teilchen (z. B. Isomerie)	308	1
	Allgemeiner Vergleich zweier Stoffe, die aus den gleichen Teilchen bestehen (ohne Beispiel, z. B. Graphit und Diamant)	309	1
	Duktilität/Härte: Vergleichbare Duktilität/Härte von z. B. verschiedenen Metallen (vergleichbare Teilchenebene bei unterschiedlichen Stoffen)	312	1
	Aggregatzustand kann unmöglich eine Teilcheneigenschaft sein (Logikargument bezogen auf Teilchenwechselwirkungen).	320	1
	Aggregatzustand: Vergleich zweier Stoffe, die aus den gleichen Teilchen bestehen (z. B. Diamant und Graphit)	326	1
	Siedetemperatur/Schmelztemperatur kann unmöglich eine Teilcheneigenschaft sein (Aggregatzustand ist temperaturabhängig) (Logikargument bezogen auf Teilchenbewegungen).	330	1

Siedetemperatur/Schmelztemperatur: Vergleich zweier Stoffe, die aus den gleichen Teilchen bestehen (z. B. Diamant und Graphit)	336	1
Elektrische Leitfähigkeit kann unmöglich eine Teilcheneigenschaft sein (Logikargument).	340	1
Elektrische Leitfähigkeit: Abhängigkeit vom Zerteilungsgrad	341	1
Elektrische Leitfähigkeit von Salzlösungen → Salz ist nicht verschwunden	344	1
Elektrische Leitfähigkeit: Vergleich zweier Stoffe, die aus den gleichen Teilchen bestehen (z. B. Diamant und Graphit)	346	1
Farbe kann unmöglich eine Teilcheneigenschaft sein (Logikargument).	350	1
Farbe: Abhängigkeit der Farbe vom Zerteilungsgrad (z. B. kristalliner Feststoff vs. Pulver/kolloidaler Stoff z. B. Gold, Kaliumpermanganat)	351	1
Farbe: Vergleich zweier Stoffe, die aus den gleichen Teilchen bestehen (z. B. Diamant und Graphit)	356	1
Geschmack: Lösungen von Wasser und Salz schmecken salzig → Salz ist nicht verschwunden.	364	1
Massenerhaltung: Verschwinden von Stoffen auf der Stoffebene bei chemischen Reaktionen im Gegensatz zu Teilchen, die „erhalten“ bleiben (Logikargument)	370	1
Massenerhaltung: Verschwinden von Stoffen auf der Stoffebene bei chemischen Reaktionen im Gegensatz zu Teilchen, die „erhalten“ bleiben (z. B. Rekondensieren von Wasser, Eindampfen einer Salzlösung)	373	1
Oberflächenspannung kann unmöglich eine Teilcheneigenschaft sein (Logikargument)	380	1

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Item	0		100		200		300		305		307	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
C_e2_a	1	1.7	8	13.8	8	13.8	8	13.8	0	0.0	0	0.0

Item	308		309		312		320		326		330	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
C_e2_a	0	0.0	1	1.7	4	6.9	10	17.2	0	0.0	6	10.3

Item	336		340		341		344		346		350	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
C_e2_a	0	0.0	2	3.5	0	0.0	1	1.7	1	1.7	3	5.2

Item	351		356		364		370		373		380	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
C_e2_a	2	3.5	1	1.7	1	1.7	0	0.0	0	0.0	0	0.0

Item	999		98		NA	
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%
C_e2_a	5	8.6	21	36.2	15	25.7

Fehlende Werte (NA) = -99, Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite nicht registriert (d. h. Seite wurde nicht besucht). N = 58

4.3 Wissen über die Gestaltung von Erkenntnisgewinnungsprozessen (Pot)

4.3.1 Item C_p1_s: pH-Wert

In einer Unterrichtsstunde zum Thema Saure Lösungen sagt eine Schülerin, dass Salzsäure immer einen pH-Wert von 1 hat.

A) Bitte beschreiben Sie kurz und prägnant, wie Sie gemeinsam mit Ihren Schülerinnen und Schülern ein Experiment planen, um diese Aussage zu untersuchen.

B) Skizzieren Sie auch kurz, wie Sie danach weiter vorgehen würden.

Die Aufgabenteile A und B waren im Fragebogen formal getrennt, werden aber gemeinsam ausgewertet.

Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung	Code	Score
Fehlende Antwort	Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite registriert (d. h. Seite wurde besucht), es liegt aber keine Antwort vor.	999	0
Inhaltliche Wiederholung		98	0
Falsche Antwort		0	0
Phänomen als Ausgangspunkt	Ein Phänomen/Problem bildet den Ausgangspunkt für die Formulierung von Fragestellungen/Überlegungen.	11	0.5
Entwicklung von Fragen	Schülerinnen und Schüler formulieren eigene Fragen (auch wenn diese nicht wissenschaftliche Fragen sind).	12	0.5
Diskussion über Fragen	Es werden eine oder mehrere Fragen identifiziert, die mit naturwissenschaftlichen Methoden untersucht werden können.	13	1
Formulieren von Hypothesen	Die Schülerinnen und Schüler bringen eigene Hypothesen / Vermutungen / Erwartungen / Erklärungsansätze ein.	14	1
Begründen von Hypothesen	Vermutungen / Hypothesen / Erwartungen / Erklärungsansätze werden explizit begründet / erklärt.	15	1
Auswahl von Hypothesen	Es werden eine oder mehrere konkrete Hypothesen / Vermutungen / Erwartungen / Erklärungsansätze diskutiert und zu prüfende ausgewählt.	16	0.5
Überlegungen der Schülerinnen und Schüler vor dem Experiment	Die Überlegungen der SuS werden explizit aufgegriffen/ausgewählt/berücksichtigt (z. B. Frage, Hypothese).	17	1
Sinnvolles Experiment	Es wird ein hinsichtlich der Problemstellung sinnvolles Experiment gewählt (z. B. Salzsäuren unterschiedlichen pH-Wertes/unterschiedlicher Konzentrationen untersuchen; Lösung mit pH 1 verdünnen und pH-Wert messen; Lösen unedler Metalle in unterschiedlich konzentrierten Lösungen).	200	1
Planung einer Untersuchung	Es wird ein Experiment / eine Untersuchung praktisch geplant. Dabei wird nicht erwartet, dass die Schülerinnen und Schüler die Planung vollständig alleine leisten. Konkretisierung Chemie: Auswahl an Geräten, Chemikalien (pH-Meter, pH-Papier oder Indikator), Untersuchungsdesign (z. B. zehnfache Verdünnung)	21	1
Diskussion über Untersuchungsansätze	Es werden verschiedene (experimentelle) Varianten diskutiert. Konkretisierung Chemie: Angabe unterschiedlicher pH-Messmethoden ist nicht ausreichend	22	0.5
Begründete Wahl der Sozialform	Die gewählte(n) Sozialform(en) (Gruppenarbeit, Partnerarbeit, Plenum) ist/sind geeignet und es wird angemessen begründet, die Fragestellung/das Problem zu bearbeiten (mit einem Mehrwert für den Erkenntnisgewinnungs-prozess/den Fähigkeitserwerb).	23	1

Durchführung	Das Experiment wird praktisch durchgeführt	230	0.5
Sammlung von Beobachtungen	Beobachtungen werden gesammelt. Aufnahmen von Daten bzw. Durchführung von Messungen	24	1
Interpretation	Die Beobachtungen / Daten werden interpretiert. Es wird explizit ein Ergebnis formuliert, das über die einzelne Beobachtung hinausgeht (z. B. Schlussfolgerung).	25	1
Reflexion	Ergebnisse bzw. deren Zustandekommen (z. B. Methodik, Messgenauigkeit) werden kritisch hinterfragt / diskutiert / reflektiert.	26	1
Verallgemeinerung	Das Ergebnis wird eingeordnet / verallgemeinert (ggf. unter Rückbezug zur Fragestellung / Hypothese).	27	1
Überlegungen der Schülerinnen und Schüler beim / nach dem Experiment	Die Überlegungen der SuS werden explizit aufgegriffen/ausgewählt/berücksichtigt (z. B. Planung, Auswertung).	28	1
Sicherheit	Sicherheitsaspekte wurden explizit berücksichtigt.	280	0.5
Weiteres Vorgehen	Das weiterführende Vorgehen nach dem Experimentierprozess ist zielführend (z. B. passender nächster Unterrichtsinhalt, passendes weiteres Experiment).	290	1

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Item	0		11		12		13		14		15	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
C_p1_s	0	0.0	3	5.2	1	1.7	12	20.7	7	12.1	5	8.6

Item	16		17		200		21		22		23	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
C_p1_s	2	3.5	5	8.6	45	77.6	13	22.4	6	10.3	14	24.1

Item	230		24		25		26		27		28	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
C_p1_s	41	70.7	12	20.7	17	29.3	1	1.7	21	36.2	7	12.1

Item	280		290		999		98		NA	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
C_p1_s	0	0.0	20	34.5	0	0.0	0	0.0	8	13.8

Fehlende Werte (NA) = -99, Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite nicht registriert (d. h. Seite wurde nicht besucht). N = 58

4.3.2 Item C_p2_a: Atommodelle

Schülerinnen und Schüler lernen im Rahmen des Chemieunterrichts verschiedene Atommodelle kennen.

Bitte beschreiben Sie eine Möglichkeit, wie Schülerinnen und Schüler Merkmale und Grenzen von Atommodellen erarbeiten können. Sie können auch Skizzen einfügen.

Code-Name	Detaillierte Beschreibung/Erklärung	Code	Score
Fehlende Antwort	Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite registriert (d. h. Seite wurde besucht), es liegt aber keine Antwort vor.	999	0
Inhaltliche Wiederholung		98	0
Falsche Antwort		0	0
Phänomen/Fragestellung als Ausgangspunkt	Es wird ein Phänomen oder ein Problem in den Unterricht eingebracht oder dieses ergibt sich im Unterrichtsverlauf. Es ist Ausgangspunkt für den Erkenntnisprozess.	2	0.5
Sammlung von Ideen/Vermutungen	Es werden Vermutungen/Ideen/Hypothesen für ein Modell entwickelt oder thematisiert.	3	0.5
Planung eines Modells	Es werden konkrete Überlegungen zur Gestaltung eines Modells explizit thematisiert.	4	0.5
Erstellung eines Modells	Es wird ein konkretes Modell erstellt.	5	0.5
Durchführung von Beobachtungen	Modelle bzw. die Modellierung werden genutzt, um Erkenntnisse über das Original zu erhalten (Modelle für etwas). Dabei wird bspw. das Modell mit dem Original oder auch mit anderen Modellen verglichen. Die Vergleiche finden statt, um etwas über das Phänomen bzw. den fachlichen Lerngegenstand zu erfahren.	6	1
Auswertung und Rückbezug zur Fragestellung/Hypothese	Die Ergebnisse der Modellarbeit werden in Hinblick auf eine Frage- oder Problemstellung thematisiert.	7	0.5
Modellkritik	Es werden Grenzen des verwendeten Modells reflektiert oder das Modell mit alternativen Modellen verglichen, um die Güte und Aussagekraft des verwendeten Modells zu bewerten. → In der Chemie aufgeteilt in folgende Codes:	-	-
	Nennung eines Atommodells	8.1	0.5
	Passende Grenze des Atommodells	8.2	0.5
	Explizite Problematisierung der Grenze z. B. mit einer Veranschaulichung	8.3	1
	Nennung eines passenden Atommodells, das diese Grenze nicht hat	8.4	1
Modifikation	Die Modifikation wird am konkreten Modell oder im Vergleich mit einem zweiten Modell nachvollzogen (Im Fokus steht hier die Veränderbarkeit von Modellen). Konkretisierung Chemie: Thematisieren der Unterschiede von Atommodellen bzw. Erklärbarkeit des neuen Atommodells hinsichtlich der genannten Grenze beschreiben	9	1
Zyklischer Forschungsprozess	Bezogen auf die verwendeten Modelle werden aus den Ergebnissen weitere Fragen/Hypothesen abgeleitet oder die modifizierten oder neue Modelle erneut eingesetzt □ Im Fokus steht hier die Fortführung dieses Erkenntnisgewinnungsprozesses/Zyklus. Konkretisierung Chemie: Beispielsweise Aufzeigen einer Grenze des neuen Atommodells	10	1
Abstraktion/Metaebene	An mindestens einer Stelle wird im Unterrichtsverlauf explizit Gelegenheit geschaffen, über den naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess bzw. die Arbeit mit Modellen im Erkenntnisgewinnungsprozess zu reflektieren und dabei Wissen über Nature of Science aufzubauen: z. B. über den Zweck und die Funktion von Modellen im Erkenntnisprozess, z. B. die Akzeptanz von Modellen, die mit bisherigen Ansichten brechen, wissenschaftshistorische Entwicklungen, z. B. historische oder gesellschaftliche Auswirkungen.	11	1

	(Im Fokus steht hier die Bedeutung/Nutzung von Modellen für die Wissenschaft(-sentwicklung).)		
Begründete Wahl/Passung der Sozialform	Die gewählte(n) Sozialform(en) (Gruppenarbeit, Partnerarbeit, Plenum) ist/sind geeignet und es wird angemessen begründet, warum die Fragestellung/das Problem in der gewählten Sozialform bearbeitet wird (mit einem Mehrwert für den Erkenntnisgewinnungsprozess/den Fähigkeitserwerb).	12	1

Absolute und prozentuale Kategorienhäufigkeiten

Item	0		2		3		4		5		6	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
C_p2_a	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	0	0.0	10	17.2

Item	7		8.1		8.2		8.3		8.4		9	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
C_p2_a	0	0.0	17	29.3	9	15.5	5	8.6	14	24.1	5	8.6

Item	10		11		12		999		98		NA	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
C_p2_a	11	19.0	7	12.1	9	15.5	8	13.8	1	1.7	11	19.0

Fehlende Werte (NA) = -99, Lehrkraft wurde vom Programm auf Itemseite nicht registriert (d. h. Seite wurde nicht besucht). N = 58

5. Literaturverzeichnis

- Anderson, J. & Taner, G. (2023). Building the expert teacher prototype: A metasummary of teacher expertise studies in primary and secondary education. *Educational Research Review*, 38, 100485. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100485>
- Barke, H.-D. (2006). *Chemiedidaktik. Diagnose und Korrektur von Schülervorstellungen*. Springer.
- Baumert, J. Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M., Schiefele, U., Schneider, W., Stanat, P., Tillmann, K.-J., & Weiß, M. (2001). *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*. Leske + Budrich. <https://doi.org/10.1007/978-3-322-83412-6>
- Baumert, J. & Kunter, M. (2011). Das mathematikspezifische Wissen von Lehrkräften, kognitive Aktivierung im Unterricht und Lernfortschritte von Schülerinnen und Schülern. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss, & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 163-192). Waxmann.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Brunner, M., Voss, T., Jordan, A., Klusmann, U., Krauss, S., Neubrand, M., & Tsai, Y.-M. (2010). Teachers' mathematical knowledge, cognitive activation in the classroom, and student progress. *American Educational Research Journal*, 47(1), 133–180. <https://doi.org/10.3102/0002831209345157>
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S., & Neubrand, M. (2011). Professionelle Kompetenz von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Unterricht und die mathematische Kompetenz von Schülerinnen und Schülern (COACTIV) – Ein Forschungsprogramm. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss, & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 7-25). Waxmann. <https://doi.org/10.31244/9783830974338>
- Bromme, R. (1997). Kompetenzen, Funktionen und unterrichtliches Handeln des Lehrers. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Enzyklopädie der Psychologie: Pädagogische Psychologie, Bd. 3 Psychologie des Unterrichts und der Schule* (S. 177-212). Hogrefe.
- Bühner, M. (2011). *Einführung in die Test- und Fragebogenkonstruktion*. München: Pearson.
- Burde, J.-P. & Wilhelm T. (2021). Unterrichtskonzeptionen zu elektrischen Stromkreisen. In T. Wilhelm, H. Schecker, & M. Hopf (Hrsg.), *Unterrichtskonzeptionen für den Physikunterricht* (S. 231-278). Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-662-63053-2_8
- Carlson, J., Daehler, K. R., Alonzo, A. C., Barendsen, E., Berry, A., Borowski, A., Carpendale, J., Kam Ho Chan, K., Cooper, R., Friedrichsen, P., Gess-Newsome, J. Henze-Rietveld, I., Hume, A., Kirschner, S., Liepertz, S., Loughran, J., Mavhunga, E., Neumann, K., Nilsson, P., Park, S. Rollnick, M., Sickel, A., Kyung Suh, J., Schneider, R., van Driel, J., & Wilson, C. D. (2019). The refined consensus model of Pedagogical Content Knowledge in science education. In A. Hume, R. Cooper, & A. Borowski (Hrsg.), *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in teachers' knowledge for teaching science* (S. 77–94). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2_2
- Collins, A. M. & Loftus, E. F. (1975). A spreading-activation theory of semantic processing. *Psychological Review*, 82(6), 407-428. <https://doi.org/10.1037//0033-295X.82.6.407>
- De Deyne, S., Kenett, Y. N., Anaki, D., Faust, M., & Navarro, D. (2017). Large-scale network representations of semantics in the mental lexicon. In M. N. Jones (Hrsg.), *Big data in cognitive science: From methods to insights*. Psychology Press: Taylor & Francis.
- Depaepe, F., Verschaffel, L., & Kelchtermans, G. (2013). Pedagogical content knowledge: A systematic review of the way in which the concept has pervaded mathematics educational research. *Teaching and Teacher Education*, 34, 12–25. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2013.03.001>
- Fenstermacher, G. D. (1994). The knower and the known: The nature of knowledge in research on teaching. In L. Darling-Hammond (Hrsg.), *Review of Research Education* (Vol. 20, S. 3-56). American Educational Research Association. <https://doi.org/10.2307/1167381>

- Fischler, H. & Schecker, H. (2018). Schülervorstellungen zu Teilchen und Wärme. In H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf, & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht* (S. 139-161). Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-662-57270-2_7
- Gropengießer, H. & Marohn, A. (2018). Schülervorstellungen und Conceptual Change. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Hrsg.), *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 49-68). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-56320-5_4
- Große, C. S. (2005). *Lernen mit multiplen Lösungswegen*. Waxmann.
- Hammann, M. & Asshof, R. (2014). *Schülervorstellungen im Biologieunterricht. Ursachen für Lernschwierigkeiten*. Klett Kallmeyer.
- Harrison, A. & Treagust, D. (1996). Secondary students' mental models of atoms and molecules: Implications for teaching chemistry. *Science Education*, 80 (5).
- Helsing, D. (2007). Regarding uncertainty in teachers and teaching. *Teaching and Teacher Education*, 23(8), 1317-1333. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2006.06.007>
- Hiebert, J., Gallimore, R., & Stiegler, J. W. (2002). A knowledge base for teaching profession: What would it look like and how can we get on? *Educational Researcher*, 31(5), 3-15. <https://doi.org/10.3102/0013189X031005003>
- Kattmann, U. (2015). *Schüler besser verstehen. Alltagsvorstellungen im Biologieunterricht*. Aulis.
- Klieme, E. & Leutner, D. (2006). Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen: Beschreibung eines neu eingerichteten Schwerpunktprogramms der DFG. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52(6), 876-903.
- KMK. (2024). *Weiterentwickelte Bildungsstandards in den Naturwissenschaften für das Fach Physik (MSA)*. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2024/2024_06_13-WeBiS_Physik_MSA.pdf
- Krauss, S. (2009). *Fachdidaktisches Wissen und Fachwissen von Mathematiklehrkräften der Sekundarstufe*. Universität Kassel.
- Krauss, S., Bruckmaier, G., Lindl, A., Hilbert, S., Binder, K., Steib, N., & Blum, W. (2020). Competence as a continuum in the COACTIV study: the "cascade model". *ZDM* 52(2), 311-327. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01151-z>
- Krauss, S., Blum, W., Brunner, M., Neubrand, M., Baumert, J., Kunter, M., Besser, M., & Elsner, J. (2011). Konzeptualisierung und Testkonstruktion zum fachbezogenen Professionswissen von Mathematiklehrkräften. In M. Kunter, K. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 163–192). Waxmann.
- Krauss, S., Lindl, A., Schilcher, A., Fricke, M., Göhring, A., Hofmann, B., Kirchhoff, P., & Mulder, R. H. (Hrsg.) (2017). *FALKO: Fachspezifische Lehrerkompetenzen: Konzeption von Professionswissenstests in den Fächern Deutsch Englisch Latein Physik Musik Evangelische Religion und Pädagogik*. Waxmann.
- Krauss, S. & Lindl, A. (2023). *Professionswissen von Mathematiklehrkräften: Implikationen aus der Forschung für die Praxis. Mathematik Primarstufe und Sekundarstufe I + II*. Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-64381-5>
- Krauss, S., Neubrand, M., Blum, W., Baumert, J., Brunner, M., Kunter, M., & Jordan, A. (2008). Die Untersuchung des professionellen Wissens deutscher Mathematik-Lehrerinnen und -Lehrer im Rahmen der COACTIV-Studie. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 29(3-4), 233–258. <https://doi.org/10.1007/bf03339063>
- Lederman, N.G. (2006). Syntax of nature of science within inquiry and science instruction. In L.B. Flick & N.G. Lederman (Hrsg.), *Scientific inquiry and nature of science. Science & Technology Education Library* (S. 301-317). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5814-1_14
- Lieberman, A. & Miller, L. (1992). *Teachers: Their world and their work*. Teachers College Press.
- McComas, W. F. (1998). *The nature of science in science education. Rationales and strategies*. Springer.

- Metcalf, J. (2017). Learning from errors. *Annual Review of Psychology*, 68, 465–489. <https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010416-044022>
- Neubrand, M., Jordan, A., Krauss, S., Blum, W., & Löwen, K. (2011). Aufgaben im COACTIV-Projekt: Einblicke in das Potenzial für kognitive Aktivierung im Mathematikunterricht. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss, & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 115–132). Waxmann.
- Neumann, K., Kind, V., & Harms, U. (2019). Probing the amalgam: the relationship between science teachers' content, pedagogical and pedagogical content knowledge. *International Journal of Science Education*, 41(7), 847–861. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1497217>
- Neuweg, G. H. (2005). Emergenzbedingungen pädagogischer Könnerschaft. In H. Heidi & C. Harteis (Hrsg.), *Verwertbarkeit: Ein Qualitätskriterium (erziehungs-)wissenschaftlichen Wissens?* (S. 205–228). VS Verlag für Sozialwissenschaften. https://doi.org/10.1007/978-3-663-07736-7_10
- NGSS. (2013). *Next generation science standards: For states, by states*. The National Academies Press.
- Osborne, J., Pimentel, D., Alberts, B., Allchin, D., Barzilai, S., Bergstrom, C., Coffey, J., Donovan, B., Kivinen, K., Kozyreva, A., & Wineburg, S. (2022). *Science education in an age of misinformation*. Stanford University.
- Oser, F., Achtenhagen, F. & Renold, U. (Hrsg.) (2006). *Competence oriented teacher training: Old research demands and new pathways*. Sense Publishers. <https://doi.org/10.1163/9789087903374>
- Reinisch, B. & Krüger, D. (2014). Vorstellungen von Studierenden über Gesetze, Theorien und Modelle in der Biologie. In D. Krüger, P. Schmiemann, A. Dittmer, & A. Möller (Hrsg.), *Erkenntnisweg Biologiedidaktik 13* (S. 41–56). Universität Trier.
- Schecker, H., Wilhelm, T., Hopf, M., & Duit, R. (2018). *Schülervorstellungen und Physikunterricht: Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-57270-2>
- Schiepe-Tiska, A., Heinle, A., Todtenhöfer, P., Heine, J.-H., Reinhold, F., Krauss, S., Holzberger, D., Lewalter, D., & Reiss, K. (2023). Wie sieht der aktuelle Mathematikunterricht in Deutschland aus? Befunde aus PISA 2022 und PISA-Ceco. In D. Lewalter, J. Diedrich, F. Goldhammer, O. Köller, & K. Reiss (Hrsg.), *PISA 2022: Analyse der Bildungsergebnisse in Deutschland* (S. 199–235). Waxmann.
- Schiepe-Tiska, A., Krauss, S., Reiss, K., & Lewalter, D. (Hrsg.). (2025). *PISA-Ceco – Dokumentation der Erhebungsinstrumente der Begleitstudie zu PISA 2022. Einblicke in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht*. Waxmann.
- Schödl, A. (2017). *FALKO-Physik – Fachspezifische Lehrerkompetenzen im Fach Physik. Entwicklung und Validierung eines Testinstruments zur Erfassung des fachspezifischen Professionswissens von Physiklehrkräften*. Logos.
- Schödl, A. & Göhring, A. (2017). FALKO-P: Fachspezifische Lehrerkompetenzen im Fach Physik. Entwicklung und Validierung eines Testinstruments zur Erfassung des fachspezifischen Professionswissens von Physiklehrkräften. In S. Krauss, A. Lindl, A. Schilcher, M. Fricke, A. Göhring, B. Hofmann, P. Kirchhoff, & R. H. Mulder (Hrsg.), *FALKO Fachspezifische Lehrerkompetenzen: Konzeption von Professionswissenstests in den Fächern Deutsch Englisch Latein Physik Musik Evangelische Religion und Pädagogik* (S. 201–244). Waxmann.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. <https://doi.org/10.3102/0013189x015002004>
- Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–23. <http://dx.doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- Sorge, S., Kröger, J., Petersen, S., & Neumann, K. (2019). Structure and development of pre-service physics teachers' professional knowledge. *International Journal of Science Education*, 41(7), 862–889. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1346326>

- Tepner, O., Borowski, A., Dollny, S., Fischer, H. E., Jüttner, M., Kirschner, S., Leutner, D., Neuhaus, B. J., Sandmann, A., Sumfleth, E., Thillmann, H., & Wirth, J. (2012). Modell zur Entwicklung von Testitems zur Erfassung des Professionswissens von Lehrkräften in den Naturwissenschaften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 7-28.
- Tepner, O. & Dollny, S. (2014). Entwicklung eines Testverfahrens zur Analyse fachdidaktischen Wissens. In D. Krüger, I. Parchmann, & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschafts-didaktischen Forschung* (S. 311–323). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-37827-0_25
- Todtenhöfer, P., Heinle, A., Dümig, P., Tang, Y., Weis, M., Reinhold, F., Holzberger, D., Reiss, K., Lewalter, D., & Schiepe-Tiska, A. (2025). Fragebögen und Beobachtungsinstrumente in PISA-Ceco. In A. Schiepe-Tiska, S. Krauss, K. Reiss, & D. Lewalter (Hrsg.), *PISA-Ceco – Dokumentation der Erhebungsinstrumente der Begleitstudie zu PISA 2022. Einblicke in den mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht*. Waxmann.
- Upmeier zu Belzen, A. & Krüger, D. (2010). Modellkompetenz im Biologieunterricht. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 41-52.
- Upmeier zu Belzen, A. & Krüger, D. (2019). Modelle als methodische Werkzeuge begreifen und nutzen: Empirische Befunde und Empfehlungen für die Praxis. In J. Groß, M. Hammann, P. Schmiemann, & J. Zabel (Hrsg.), *Biologiedidaktische Forschung: Erträge für die Praxis*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-58443-9_8
- Weinert, F. E. (2001). Concept of competence: A conceptual clarification. In D. S. Rychen & L. H. Saganik (Hrsg.), *Defining and selecting key competencies* (S. 45–65). Hogrefe & Huber.
- Wilhelm, T. & Hopf, M. (2018). Schülervorstellungen zum elektrischen Stromkreis. In: H. Schecker, T. Wilhelm, M. Hopf, & R. Duit (Hrsg.), *Schülervorstellungen und Physikunterricht* (S. 115-138). Springer Spektrum. https://doi.org/10.1007/978-3-662-57270-2_6
- Yeh, S. S. (2009). The cost-effectiveness of raising teacher quality. *Educational Research Review*, 4(3), 220-232. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2008.06.002>