Fachdidaktisches Gutachten zur Neuentwicklung des Rahmenlehrplans für das Fach Naturwissenschaften 5/6 und den Lernbereich Naturwissenschaften 7/8

Dr. Sabine Streller
Didaktik der Chemie
Freie Universität Berlin
sabine.streller@fu-berlin.de

31. März 2025

1. Ziele eines integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichtsfachs

Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Grundschule soll es sein, *„Schülerinnen und Schüler an experimentelle Fähigkeiten heranzuführen, vorhandene Präkonzepte in wissenschaftliche korrekte Konzepte umzuformen uns grundlegende mathematisch-informatorisch-naturwissenschaftlich-technische Kompetenzen zu erwerben“* (KMK 2024a, S. 13). Ausgehend von der Lebenswelt der Schüler*innen soll das forschend-entdeckende Lernen im Vordergrund stehen, die natürliche Neugier der Kinder genutzt und eine positive Einstellung zu Naturwissenschaft und Technik entwickelt werden (GDSU 2013). Die Schüler*innen sollen für sie bedeutsame Problemstellungen bearbeiten und Lösungen unter zunehmender Verwendung der Fachsprache präsentieren können (KMK 2024a). So soll anwendungsorientiertes, anschlussfähiges und vernetztes Wissen aufgebaut werden. Die genannten Komponenten stellen also die Grundlage für weiteres Lernen und die aktive Mitgestaltung in der Gesellschaft sowie für eine informierte Meinungsbildung in unserer von Naturwissenschaft, Technik und digitalen Medien geprägte Lebenswelt dar (KMK 2024b-d). Eng mit diesen Zielen naturwissenschaftlicher Bildung sind auch die Förderung von Bildung für Nachhaltige Entwicklung sowie digitaler Bildung verbunden (KMK 2024a, S. 14).

1.1 Stand naturwissenschaftlicher Kompetenzentwicklung bei Grundschulkindern und wünschenswerte naturwissenschaftliche Kompetenzen

Mit der Untersuchung der mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland und im internationalen Vergleich leistet die TIMS-Studie einen Beitrag *„zu Erkenntnissen bezüglich Steuerungs- und Entscheidungsprozessen im Bildungssystem […] und zur Verbesserung pädagogischer Praxis im Bereich Mathematik und Naturwissenschaften“* (Schwippert et al. 2024, S. 28). Aus diesem Grund fokussiere ich in der gebotenen Kürze wesentliche Ergebnisse aus TIMSS 2023, die einen evidenzbasierten Ausgangspunkt für die Weiterentwicklung des Rahmenlehrplans Naturwissenschaften 5/6 in Berlin und Brandenburg bilden können.

In Deutschland nahmen an der Studie im Bereich Mathematik und Naturwissenschaften 4442 Schüler*innen der 4. Jahrgangsstufe aus 234 Klassen von 230 Schulen teil. Die Testaufgaben im Bereich Naturwissenschaften umfassen die Inhaltsbereiche Biologie, Chemie/Physik und Geografie und sind kombiniert mit drei kognitiven Anforderungsbereichen, dem Reproduzieren, Anwenden und Problemlösen. Insgesamt zeigt sich ein negativer Trend in den naturwissenschaftlichen Kompetenzen: 2007 erreichten die Kinder im Mittel noch 528 Punkte, 2019 noch 518 Punkte und 2023 515 Punkte (Steffensky et al. 2024, S. 131). Außerdem nimmt der Anteil der Kinder auf den untersten beiden Kompetenzstufen I und II zu, in Deutschland sind das 30 % der Stichprobe (Steffensky et al. 2024, S. 135). Unterschiede in den Leistungen zeigen sich weder bezüglich der drei Inhaltsbereiche (ebd., S. 137) noch zwischen den drei Anforderungsbereichen (ebd., S. 140).

Aufgrund der Ergebnisse identifizierten die Autor*innen der Studie unter anderen folgende Handlungsfelder für zukünftige Reformen (Schwippert et al. 2024, S. 21f):

1. Die Förderung von leistungsschwächeren und leistungsstarken Kindern bleibt eine zentrale Herausforderung.

2. In TIMSS 2023 wurden erstmals nachhaltigkeitsbezogene Einstellungen von Grundschulkindern erfasst. Die Ergebnisse zeigen, dass *„generell höhere Kompetenzen in den Naturwissenschaften mit höheren Präferenzen für den Schutz der Natur zusammenhängen. […]*

Bildung für Nachhaltigkeit ist demnach als Auftrag für die naturwissenschaftlichen Fächer […] anzusehen" (Schwippert et al. 2024, S. 21f).

3. Die seit 2007 zu beobachtenden abnehmenden motivationalen Orientierungen bereits im naturwissenschaftlichen Sachunterricht werden als problematisch angesehen, da motivationale Orientierungen für die kurz- und langfristige Kompetenzentwicklung bedeutsam sind (Schwippert et al. 2024, S. 22). Deshalb sind sowohl für Grund- als auch weiterführende Schulen die *„Einbettung von Inhalten in relevante Kontexte und Zeiträume, um verstehensorientiertes, forschendes und explorierendes Lernen zu ermöglichen"* wichtig (Schwippert et al. 2024, S. 22f).

4. Kompetenzunterschiede bei Kindern mit und ohne Migrationshintergrund sind seit TIMSS 2007 nahezu unverändert festzustellen (Schwippert et al. 2024, S.22): *„Trotz jahrzehntelanger Bemühungen, durch ganz unterschiedliche Konzepte Leistungsrückstände von Kindern mit Migrationshintergrund abzubauen, zeigt sich kein substantieller bzw. nachhaltiger Effekt"*. Disparitäten abzubauen, bleibt eine der Herausforderungen für die Schule und alle Fächer.

Wird in Schulleistungsvergleichsstudien der Frage nach dem Stand naturwissenschaftlicher Grundbildung nachgegangen, untersuchen andere Studien die Frage nach der Relevanz von Inhalten und von Fähigkeiten und Fertigkeiten von Kindern und Jugendlichen. So haben Bolte und Schulte (2014) Expert*innen (Lehrkräfte, Schüler*innen, Didaktiker*innen, Naturwissenschaftler*innen) nach den Zielen einer wünschenswerten naturwissenschaftlichen Bildung für die junge Generation befragt. Ein wesentliches Ergebnis ist, *„dass der Förderung reflektierten und verantwortlichen Handelns und reflektierter Urteilsfindung im Unterricht besondere Relevanz zuzuschreiben sei"* (Bolte et al. 2025, S. 58). Bemerkenswerterweise prägen nämlich die Merkmale, die laut der Expert*innen als besonders relevant für eine wünschenswerte naturwissenschaftliche Bildung erachtet werden, selten die naturwissenschaftliche Bildungspraxis in der Schule. Die Top 10 der Prioritätseinschätzungen lauten (Bolte et al. 2025, S. 58):

- Zusammenhänge verstehen/nachvollziehen
- Analysieren, Schlussfolgerungen ziehen
- Wissen anwenden, kreatives und abstraktes Denken
- Urteilsfähigkeit, Meinungsbildung, Reflexion
- Kritisches Hinterfragen
- Reflektiertes und verantwortliches Handeln
- Natur/Naturphänomene
- Selbstständiges, strukturiertes und präzises Arbeiten
- Motivation und Interesse
- Wahrnehmen, Beobachten

In diesen Einschätzungen und den Ergebnissen der aktuellen TIMS-Studie ist besonderer bildungspolitischer und unterrichtsrelevanter Handlungsbedarf zu erkennen.

1.2 Gestaltung eines integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Grundschule

Mit der *Vereinbarung zur Arbeit in der Grundschule* hat die Kultusministerkonferenz bereits einen Beschluss vorgelegt (KMK 2024a), der Anhaltspunkte auch für die Ausgestaltung des integrierten Fachs Naturwissenschaften 5/6 liefern kann. So wird darauf verwiesen, dass fächerübergreifendes Arbeiten von Bedeutung ist, um Inhalte zu vernetzen und komplexe Probleme multiperspektivisch zu betrachten (KMK 2024a, S. 7). Mit der Herstellung lebensweltlicher Zusammenhänge soll ganzheitliches Lernen gefördert werden. Außerdem ist die Förderung der Sprachbildung als Aufgabe aller Fächer hervorgehoben und somit sprachsensibler Unterricht als durchgängiges Unterrichtsprinzip verankert (KMK 2024a, S. 7). Sprachliche Kompetenzen *„bezeichnen die Fähigkeit, sich mündlich und schriftlich mit anderen über*

Sachverhalte von Welt zu verständigen“ (SWK 2022, S. 45). In den Naturwissenschaften umfasst dies im Grunde alle Kompetenzbereiche: das sinnvolle und nachvollziehbare Beschreiben von Situationen, Beobachtungen und Prozessen, die Nutzung von Alltags- und Fachsprache, die Nutzung und Auswahl von Informationen aus Texten und anderen Medien, der Austausch und die Bewertung von Argumenten sind Kompetenzen, die abhängig vom Gebrauch angemessener Bildungssprache sind und erst so anschlussfähiges Lernen ermöglichen (KMK 2024a, S. 7–9). Ebenso sind basale mathematische Fähigkeiten in den Naturwissenschaften unabdingbar, wie mathematische Operationen, der Umgang mit Größen und Einheiten sowie der Umgang mit Daten und Zufall.

Neben all diesen kognitiven Anforderungen, die in den Zielen naturwissenschaftlicher Grundbildung genannt sind, sind aber auch motorische Fähigkeiten, die naturwissenschaftliche Fachmethoden betreffen, zu erlernen und zu üben, denn nur so kann ein praxisorientierter, experimentell ausgerichteter Unterricht gelingen (GDSU 2013). Dazu gehören unter anderem der sichere Umgang mit Geräten und Materialien (Streichholz anzünden, Mikroskopieren, sorgfältig mit Glasgeräten umgehen), sachgerechte Nutzung einer Waage, Benutzung verschiedener Messgeräte (Lineal, Messzylinder, Thermometer) und damit verbunden Skalen korrekt abzulesen. Selbst wenn diese Fertigkeiten bereits im Sachunterricht angebahnt worden sein sollten (GDSU 2013, SenBJF & MBJS 2015b[1]), scheint doch eine Notwendigkeit zu bestehen, diese Techniken auch im Fach Naturwissenschaften 5/6 explizit zu üben, zu festigen und zu erweitern, damit anschlussfähige Voraussetzungen für den weiterführenden Unterricht ab Klasse 7 geschaffen werden.

1.3 Herausforderungen bei der Implementation integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts und Ressentiments von Lehrkräften

Integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht in den Jahrgangsstufen 5/6 oder den Lernbereich Naturwissenschaften in den Jahrgangsstufen 7/8 bildungswirksam zu verankern (siehe Abschn. 5), ist von der Akzeptanz der Lehrkräfte abhängig. Skepsis gegenüber Neuerungen ist leider allzu weit verbreitet, Lehrkräfte sehen unterschiedlich Hürden.

Im Jahr 2004 wurde im Land Berlin das Fach Naturwissenschaften 5/6 eingeführt. In den Jahren 2005 und 2015 haben Bolte & Streller Berliner Lehrkräfte zu den Chancen und Hindernissen der Einführung des Fachs Naturwissenschaften 5/6 befragt (Bolte & Streller 2006; 2021). Als zum Schuljahr 2018/19 im Land Brandenburg im Jahrgang 5 das Unterrichtsfach Naturwissenschaften 5/6 eingeführt wurde und die bis dahin unterrichteten Fächer Biologie und Physik ersetzte, wurde diese Befragung erneut durchgeführt (Streller & Bolte 2021). Hindernisse, die den Erfolg der Einführung des Fachs Naturwissenschaften 5/6 einschränken, sehen die Lehrkräfte in ihrer meist unzureichenden Qualifikation. Sowohl Berliner als auch Brandenburger Lehrkräfte äußern die Gefahr, dass im Schwerpunkt das unterrichtet wird, „was man eben besser kann“. Die Gründe dafür liegen laut Selbstauskunft in fachlichen Defiziten der Grundschullehrkräfte und im geringen Zutrauen in die eigenen Fähigkeiten, aber auch in der Tradierung negativer Einstellungen gegenüber Chemie und Physik und in einem geringen Interesse der Lehrkräfte an diesen Themen. Die Befunde der Untersuchung zeigen, dass sich Lehrer*innen sowohl in Berlin als auch in Brandenburg unabhängig von ihrer Unterrichtserfahrung im Fach Naturwissenschaften 5/6, bzgl. biologischer Themen kompetenter einschätzen, weniger Fortbildungsbedarf sehen und diese Themen im eigenen Unterricht auch präferieren, insbesondere dann, wenn nach eigenem Bekunden die Unsicherheit beim Unterrichten chemisch-physikalischer Themen groß ist. Darüber hinaus befürchten Brandenburger Lehrkräfte,

[1] Im Folgenden: RLP SU 2015

dass angesichts der vielen Themenfelder und der vergleichsweise geringeren Wochenstundenzahl eine eher oberflächliche Behandlung der Themen zu erwarten ist. Sie stehen dem integrierten Unterricht insgesamt skeptisch gegenüber. Wenngleich die Implementation des naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Jahrgangsstufe 5/6 in Berlin und Brandenburg vollzogen ist, so werden zukünftig immer wieder neue und auch fachfremd unterrichtende Lehrkräfte in diesem Fach eingesetzt und ebenfalls mit den genannten Anforderungen des Faches und den damit einhergehenden Herausforderungen umgehen müssen.

2. Kritische Auseinandersetzung mit dem aktuellen Rahmenplan Naturwissenschaften 5/6 (SenBJS & MBJF 2015a) – Empfehlungen für die Neufassung

Mit dem aktuell gültigen Rahmenlehrplan (SenBJS & MBJF 2015a[2]) liegt für das Bundesland Berlin die zweite Fassung eines Rahmenlehrplans für das Fach Naturwissenschaften 5/6 nach 2005 vor; für das Land Brandenburg die erste Fassung. M. E. lohnt sich ein vergleichender Blick auf die Entwicklung des RLP Naturwissenschaften 5/6, aus dem ggf. Anregungen für die Weiterentwicklung des zukünftigen RLP abgeleitet werden können (Tab. 1).

Tab. 1 Vergleich der Rahmenlehrpläne für das Fach Naturwissenschaften 5/6 aus den Jahren 2005 und 2015

Kriterium	RLP NW 5/6 (2005)	RLP NW 5/6 (2015)
Seitenzahl	**40**	**32**
Anzahl Themenfelder	**6**	**9**
Einteilung in Niveaustufen	nein	ja (C und D)
Anzahl Standards	prozessbezogen: **15** inhaltsbezogen: **12**	Erkenntnisgewinnung, Kommunikation, Bewerten: **41** (davon C-14; C/D-12; D-15) Fachwissen: **21** (davon C-9; D-12)
Herstellung von Bezügen zu anderen Fächern innerhalb des RLP	ja	nein
	↗	
	↗↗	
Basiskonzepte	Anzahl **8** (Bio: Struktur-Funktion, Variabilität-Angepasstheit; Ch: Struktur-Eigenschaft, chem. Reaktion, Ch/Phy: Energie; Phy: Materie-Teilchen, System, Wechselwirkung)	Anzahl **4** (System, Erhaltung, Energie, Wechselwirkung)
Hinweise zur Gestaltung von Unterricht	ja (S. 11-14 und S. 23-25)	nein
Berücksichtigung Modellkompetenz	S. 21 und 5.3 Modell und Modellbildung (S. 41)	

Im ersten Rahmenlehrplan Naturwissenschaften 5/6 (2005) war es in meinen Augen besonders gut gelungen, dass die Vernetzung von Inhalten sowohl zwischen den Themenfeldern des RLP als auch über Fächergrenzen hinweg gekennzeichnet wurde. Auf diese Weise wurde der integrierte Charakter des Faches verdeutlicht. Die explizite Herstellung solcher Bezüge ist im aktuellen RLP 2015 nicht zu finden – im Gegenteil: die Aufteilung in Inhalte aus Biologie, Chemie und Physik verkennt geradezu den integrierten Ansatz des Unterrichtsfaches und kann die Gefahr bergen, dass Lehrkräfte sich auf den Teil der Inhalte (oft Biologie) beschränken und verstärkt unterrichten, da sie sich in diesem Inhaltsbereich sicherer fühlen (vgl. Abschn. 1.3; Streller & Bolte 2021). Hinzu kommt, dass die Aufteilung den Blick auf die

[2] Im Folgenden RLP NW 5/6 2015

inhaltsverbindenden Aspekte verstellt und es Lehrkräften somit noch schwerer fallen kann, diese verbindenden Elemente zu rekonstruieren.

Mit insgesamt vier ausgewählten Beispielen möchte ich im Folgenden verdeutlichen, in welchen Punkten ich im RLP Naturwissenschaften 5/6 2015 Überarbeitungsbedarf sehe.

Beispiel 1: *Themenfeld 3.3 Die Sonne als Energiequelle*

Trotz der großen Zahl an Themenfeldern im RLP 2015 finden sich Inhalte, die nicht gelungen eingebunden zu sein scheinen. So findet sich der Punkt „Anomalie des Wassers" auf Seite 26 im Themenfeld 3.3 *„Die Sonne als Energiequelle*". Dort ist das Phänomen der Anomalie des Wassers inhaltlich der Chemie zugeordnet (Abb. 1).

Thema: Einfluss der Sonne auf die Erde		
Inhalte aus der Biologie	Inhalte aus der Chemie	Inhalte aus der Physik
– Wärmeisolation bei Lebewesen – Sonnenschutz/Hautpigmentierung – Austausch von Sauerstoff und Kohlenstoffdioxid bei Pflanzen und Tieren	– Zusammensetzung der Luft – Anomalie des Wassers	– Wärmestrahlung der Sonne (phänomenologisch) – Erdatmosphäre als dynamische Lufthülle (Luft- und Wasserkreislauf) – Treibhauseffekt
Technik: Windkraft		

Abb. 1 Auszug aus dem Themenfeld *3.3 Die Sonne als Energiequelle* (RLP NW 5/6 2015, S. 26)

a) Inhaltliche Trennung in drei Fächer: Die Anomalie des Wassers (=Dichteanomalie) besagt, dass Wasser bei 4°C die größte Dichte besitzt. Eis hat also eine geringere Dichte als Wasser von 4 °C – was anormal ist, da in der Regel der Stoff in seinem festen Aggregatzustand gewöhnlich die höhere Dichte als in flüssiger Form vorliegend besitzt. Damit wäre, da das Verständnis der Anomalie des Wassers auf dem Konzept der Dichte beruht, genauso die Physik angesprochen und in der Folge, dass Eis auf Wasser schwimmt, natürlich auch die Biologie, da so Gewässer von oben zufrieren und Tiere im Winter unter Wasser überleben können. Was ich mit diesem Punkt deutlich machen möchte, ist, dass die Zuordnung einzelner inhaltlicher Aspekte zu den Themenfeldern, aber vor allem in die Fächerdifferenzierung nicht immer nachvollziehbar und verständlich ist.

b) Konzeptuelles Verständnis, Vernetzung: Die Anomalie des Wassers kann nicht ohne den Dichtebegriff erklärt und verstanden werden. Das Konzept der Dichte findet aber im gesamten RLP NW 5/6 2015 keine Erwähnung! Gleichwohl werden neben der Anomalie des Wassers (S. 26) „Schweben, Sinken, Steigen, Schwimmen im Wasser" (S. 29) als Inhalte der Physik thematisiert, aber auch hier ohne Bezugnahme auf das Konzept Dichte. Insbesondere für fachfremd unterrichtende Lehrkräfte bildet der RLP an dieser Stelle eine Hürde, weil die Lehrkräfte selbst rekonstruieren müssen, welches Konzept der Erklärung des Phänomens zugrunde liegt und wie dies in andere Themenfelder eingebunden und im Sinne des kumulativen, vernetzenden Lernens vertieft und erweitert werden kann.

c) Teilchenmodell und Mathematisieren: Um also einerseits Anschlussfähigkeit zum vorangegangenen Sachunterricht herzustellen, (RLP SU 2015, S. 39 „Versuche zu **Dichte**, Auftrieb und Verdrängung durchführen") und andererseits in die Sekundarstufe I herzustellen, sollte Dichte als eine wesentliche Stoffeigenschaft (in Kombination mit dem einfachen Teilchenmodell) im RLP Naturwissenschaften 5/6 aufgegriffen werden. Für diesen Punkt spricht m. E. auch, dass die Größe der Dichte als Quotient aus Masse und Volumen mit einfachen mathematischen Übungen verknüpft werden kann und so Potenzial bietet, um das

Umrechnen von Einheiten (Gramm in Kilogramm, Milliliter in Liter usw.; Streller & Knebel 2017) zu erlernen und zu üben (vgl. Abschn. 1).

d) Unklarer Technikbezug: Ein weiterer in diesem Themenfeld unklarer Punkt ist, warum Windkraft im Themenfeld Sonne als Aspekt der Technik thematisiert wird. Dafür mag es Begründungen geben, aber um Lehrkräften das Arbeiten mit dem RLP zu erleichtern und ihnen ein leicht verständliches und gut nutzbares Werkzeug an die Hand zu geben, sollten die inhaltlichen Vorschläge leichter ersichtlich in die Themenfelder passen.

Beispiel 2: *Themenfeld 3.9 Technik*

Als ein weiteres Beispiel möchte ich das Themenfeld 3.9 anführen. Das Themenfeld *3.9 Technik* (S. 32) ist in zwei Themen gegliedert: *Thema: Geräte und Maschinen im Alltag* sowie *Thema: Elektrischer Stromkreis* (Abb. 2).

Thema: Geräte und Maschinen im Alltag		
Inhalte aus der Biologie	Inhalte aus der Chemie	Inhalte aus der Physik
– Gelenke	– Stoffeigenschaften geeigneter Werkstoffe	– Hebel, Rollen, Zahnräder – Transportmodell (z. B. Fahrradkettenmodell)
Technik: Geräte und Maschinen als zusammenwirkende Bauteile unterschiedlicher Funktion, gleichartige Bauteile (z. B. Antrieb, Getriebe, Schalter, Gehäuse, Prozessor, Speicher) als Bestandteile unterschiedlichster Geräte, Wind- und Wasserkraft		

Thema: Elektrischer Stromkreis	
Inhalte aus der Chemie	Inhalte aus der Physik
Stoffeigenschaften: – elektrisch leitend und nicht leitend	– Stromkreis – Leiter und Nichtleiter – Wirkungen des elektrischen Stroms (Wärme-, Licht-, magnetische Wirkung)
Technik: Elektrische Geräte, wie z. B. Haarfön (Bauteile, Schalter, Heizdraht, Ventilator, Kabel, Gehäuse), Verbrennungs- und Elektromotor, Erzeugung von elektrischer Energie und Wärme in Kraftwerken und durch regenerative Energiequellen	

Abb. 2 Auszug aus dem Themenfeld 3.9 Technik (RLP NW 5/6 2015, S. 32)

Die vorgegebenen Inhalte ließen sich m. E. stimmig in die Themenfelder 3.*6 Bewegung zu Wasser, zu Lande und in der Luft*, *3.2 Stoffe im Alltag* sowie *3.3 Die Sonne als Energiequelle* integrieren und würden so viel stärker die Technikbezüge in den anderen Themenfeldern verdeutlichen.

Natürlich könnte man auch argumentieren, dass die Dopplungen gewünscht seien, um den Lehrkräften deutlich zu machen, dass immer wieder ähnliche Inhalte in anderen Zusammenhängen (Themenfeldern) betrachtet und unterrichtet werden können. Da dies im RLP selbst aber nicht durch Querverweise deutlich gemacht wird, bleibt der Eindruck von wenig plausiblen und unstimmigen Themenfeldern.

Beispiel 3: *Zuordnung Niveaustufen - Kompetenzentwicklung*

Nicht nur in den inhaltsbezogenen, sondern auch in den prozessbezogenen Standards sollten sowohl die Anschlussfähigkeit als auch die Kompetenzentwicklung stärker in den Blick genommen werden. Das möchte ich am Beispiel *2.2.1 Beobachten, Vergleichen, Ordnen* aus dem Bereich *Erkenntnisse gewinnen* (S. 18) verdeutlichen.

Diese drei fachspezifischen Arbeitsweisen zu bündeln, um auch ihre Interdependenz zu betonen, ist sicher eine stimmige Entscheidung. Der Blick in der RLP Sachunterricht zeigt, dass auch hier diese drei naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen kombiniert sind. Dort sind für die Niveaustufe B/C zwei Standards formuliert (RLP SU 2015, S. 16):

> *„Dinge oder Informationen nach Kriterien vergleichen,*
> *Dinge oder Informationen nach Kriterien ordnen“.*

Für den Sachunterricht wird *„Dinge oder Informationen“* formuliert, im RLP NW 5/6 wird diese Formulierung durch den Ausdruck *„Sachverhalte/Objekte“* ersetzt; aber die im Standard eigentlich zugrundeliegende Anforderung bleibt gleich (RLP NW 5/6 2015, S.18):

> *„mit vorgegebenen Kriterien beschreibend Sachverhalte/Objekte ordnen und vergleichen“.*

Die zu entwickelnde Fähigkeit auf Seiten der Kinder erfährt also von Niveau B/C (Sachunterricht) bis C/D (Naturwissenschaften 5/6) im Grunde keine Weiterentwicklung. Wenn man bedenkt, dass von Niveaustufe B bis D ca. vier Schuljahre liegen (RLP NW 5/6 2015, S. 10 und S. 14), ist die Kompetenzentwicklung für diese basalen naturwissenschaftlichen Fachmethoden zu klein und sicher auch nicht gewünscht. Eine Progression im Sinne von Kompetenzentwicklung zum Sachunterricht ist in diesen Standards nicht erkennbar und sollte bei der Überarbeitung stärker Berücksichtigung finden.

Beispiel 4: *Modellkompetenz*

Im Bereich Erkenntnisse gewinnen ist der Punkt *2.2.3 Mit Modellen umgehen* (RLP NW 5/6 2015, S. 18) zu finden (Abb. 3).

2.2.3 Mit Modellen umgehen

	Nutzung	Testen	Ändern
	Die Schülerinnen und Schüler können		
C D	mit Modellen naturwissenschaftliche Sachverhalte beschreiben	Modelle bezüglich ihrer Einsatzmöglichkeiten prüfen	Modelle bezüglich ihrer Eignung prüfen

Abb. 3 Standards im Abschnitt *2.2.3 Mit Modellen umgehen* (RLP NW 5/6 2015, S. 18)

Einerseits bleibt auch in diesem Bereich offen, worin die Weiterentwicklung in den von den Kindern zu erlangenden Fähigkeiten und Fertigkeiten über zwei Schuljahre hinweg (Niveau C/D) bestehen soll, andererseits ist auch inhaltlich nicht ganz deutlich, was eigentlich gemeint ist. Mit der Formulierung *„mit Modellen naturwissenschaftliche Sachverhalte beschreiben“* wird lediglich ein eingeschränkter Teil der Funktion von Modellen betrachtet, nämlich die Veranschaulichungsfunktion. Es erschließt sich mir auch nicht, was Schüler*innen eigentlich können sollen und worin der Unterschied in der Fähigkeit zwischen „Einsatzmöglichkeit prüfen“ und „Eignung prüfen“ bestehen soll; in jedem Fall wird eine Änderung von Modellen, also eine Revision, nicht im Standard ausgedrückt, obwohl dies ja in der Spaltenüberschrift (s. Abb. 3.) angegeben ist. Zu einer auch im naturwissenschaftlichen Unterricht zu entwickelnden Modellkompetenz gehören weit mehr Aspekte:

Im Perspektivrahmen betont die GDSU (2013, S. 40) als grundlegende Voraussetzung für naturwissenschaftliches Lernen in den ersten vier Schuljahren bereits, dass Kinder *„erste Modellvorstellungen von Naturphänomenen aufbauen (z. B. Naturphänomene in einfachen Prinzipmodellen wiedererkennen) sowie den interpretativen Charakter von Wissen und Modellen (als keine 1:1 Abbilder der Realität) erkennen*“. Auch im Rahmenplan Sachunterricht (2015, S. 4) wird unter Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen das Modellieren angeführt. Außerdem sollen Modell und Original unterschieden und verglichen werden (S. 15) und die Kinder sollen *„mithilfe von Modellen Sachverhalte beschreiben“* (S. 15; wortgleich zu RLP NW 5/6!). Darüber hinaus sollen die Schüler*innen verschiedentlich Modelle anfertigen (z. B. S. 28; 35; 36; 40). Damit wird in den ersten vier Schuljahren der Arbeitsweise „Modellieren“ Rechnung getragen.

Für den naturwissenschaftlichen Unterricht ab Klasse 5 sollte die Entwicklung von Modellkompetenz weitergeführt werden und dies sollte sich auch in den Standards ausdrücken. Um auf die differenzierten Ansprüche der Sek I im Bereich Modellkompetenz (siehe KMK 2024b: Standards E 4.1-4.3; KMK 2024c E 2.1-2.6, E 3.2, K 2.3; KMK 2024c S 1.1-1.2, E 2.2, E 3.1, E 3.4) vorzubereiten, sollten im zukünftigen RLP NW 5/6 die Anforderungen unbedingt breiter gefasst werden und Modellkompetenz insgesamt stärker betont und verankert werden. Für die Formulierung von Standards in diesem Bereich könnte das Kompetenzmodell von Krell, Upmeier zu Belzen und Krüger (2016) einen Anhaltspunkt bieten. Insbesondere sollte neben der Nutzung von Modellen für das Beschreiben und Erklären von Phänomenen unbedingt auch der Funktion für das Ableiten von Hypothesen Rechnung getragen werden. Untersuchungen zeigen, dass nur 3,4 % der deutschen Schüler*innen über die Wissensbasis für ein Denken und

Arbeiten mit Modellen verfügen, da bislang im schulischen Lernen die Anschauungsfunktion von Modellen im Vordergrund steht (Upmeier zu Belzen & Krüger 2023, S. 322f.). Der Prozess des Modellierens und der Charakter von Modellen müssen im Unterricht unbedingt reflektiert werden, um ein angemessenes Wissenschaftsverständnis zu entwickeln.

Dazu gehört auch das Reflektieren über die so oft vernachlässigte Funktion von Modellen, dass sie der Vorhersage dienen, dass Modelle bestimmte Merkmale hervorheben und andere vernachlässigen und dass Modelle nur innerhalb bestimmter Grenzen gültig sind und deshalb nicht richtig oder falsch sein können (Großmann 2019; Streller et al. 2019; Upmeier zu Belzen & Krüger 2023). Außerdem ist wichtig zu betonen, dass zu einem Original mehrere Modelle gedacht/hergestellt werden können und auch ein Modell erklärungsmächtig für mehr als ein Original sein kann (siehe in Großmann 2019). Diese Grundprinzipien von Modellkompetenz sollten in NW 5/6 angebahnt werden, um Anschlussfähigkeit an die Sek I herzustellen.

Für den Bereich Physik/Chemie würde ich die klare Festsetzung empfehlen, dass im Fach Naturwissenschaften 5/6 nur das einfache Teilchenmodell (Fischler & Lichtfeldt 1997; Duit 2004; Benedict & Bolte 2009, Streller et al. 2019) thematisiert werden soll. Momentan stehen im Rahmenplan NW 5/6 (2015) einerseits „Teilchenmodelle“ (Plural) – was für Lehrkräfte verwirrend sein könnte, weil mehrere impliziert werden – und andererseits ist das Teilchenmodell recht implizit vier Mal erwähnt, nämlich

- im Konzept der Erhaltung im Zusammenhang mit Aggregatzuständen (S. 6) „Aggregatzustände können mit dem Teilchenmodell veranschaulicht werden“,
- in den Standards zum Fachwissen (S. 17) „das Teilchenmodell nutzen, um Aggregatzustände zu beschreiben“ und
- zwei Mal im Themenfeld 3.2 Stoffe im Alltag (S. 24) als Fachmethode „Anwenden von Teilchenmodellen“.

M. E. bräuchten Lehrkräfte an dieser Stelle mehr Informationen, in welchen Inhaltsbereichen das Teilchenmodell (außer bei Aggregatzuständen) Anwendung finden sollte. Hier böte sich der Bezug zur Dichte, damit zur Dichteanomalie des Wassers und vor allem zum Löseprozess von Salz oder Zucker in Wasser an. Somit wäre eine gute Basis gelegt, auf die Lehrkräfte im Chemie- und Physikunterricht mit differenzierten Atommodellen aufbauen könnten.

3. Basiskonzepte und Themenfelder

3.1 Überlegungen zur Neustrukturierung der Basiskonzepte

Basiskonzepte bilden in den Naturwissenschaften einen wesentlichen Teil der inhaltlichen Dimension ab. Da sich relevante Fachinhalte mit den zugehörigen naturwissenschaftlichen Fachbegriffen auf wenige Basiskonzepte zurückführen lassen, ermöglichen sie vernetztes Lernen mit dem Fokus auf das Wesentliche aus mehreren Perspektiven. Somit tragen Basiskonzepte zur Vernetzung fachlicher Inhalte, auch über Fächergrenzen hinweg, und damit zu einem kumulativen, kontextbezogenen Lernen bei (KMK 2005a-c).

Mit der Weiterentwicklung der Bildungsstandards 2024 werden Basiskonzepte wie bereits in den Bildungsstandards für die Allgemeine Hochschulreife (AHR; KMK 2020) nicht mehr nur dem Kompetenzbereich Fachwissen zugeordnet, sondern *„sollen übergreifend auf alle Kompetenzbereiche bezogen werden und sind damit für alle Standards in allen Kompetenzbereichen bedeutsam. […] Die Basiskonzepte unterstützen durch das Entdecken gleicher Erklärungsmuster zum einen die Vertiefung der bis zum Mittleren Schulabschluss erworbenen Kompetenzen, zum anderen erleichtern sie die Entwicklung fachbezogener Kompetenzen, indem sie einen nachhaltigen und vernetzten Wissenserwerb fördern“* (KMK 2024e, S. 9).

Die Benennung der Basiskonzepte erfolgt nun in den weiterentwickelten Bildungsstandards (2024) weitgehend analog zu den Bildungsstandards für die AHR (2020) und gewährt somit

einen kontinuierlichen Übergang von der Sekundarstufe I bis in die Sekundarstufe II (KMK 2024e). Die Physik bildet jedoch eine Ausnahme (vgl. Abb. 5).

Mit zwei alternativen Vorschlägen möchte ich aufzeigen, wie eine schwerpunktmäßige Zuweisung der neu strukturierten und neu benannten Basiskonzepte für das Fach Naturwissenschaften 5/6 genutzt werden könnte.

Vorschlag 1

Die Benennung der Basiskonzepte und auch die Zuordnung der inhaltlichen Schwerpunkte hat sich in den Bildungsstandards seit 2004 verändert. Ich habe versucht in Abbildung 4 (links) die im RLP NW 5/6 (2015) verankerten Basiskonzepte mit den 2004 gültigen Basiskonzepten in den Bildungsstandards für den MSA (2004) in Beziehung zu setzen, um die damalige Zuordnung zu rekonstruieren. Auf der rechten Seite in Abbildung 4 habe ich versucht aus den nunmehr veränderten Basiskonzepten (KMK 2024b-d) möglichst basale Konzepte für den naturwissenschaftlichen Unterricht 5/6 abzuleiten. Dies wäre ein Vorschlag, um auf die in den folgenden Sekundarstufen I und II fokussierten Basiskonzepte hinzuleiten.

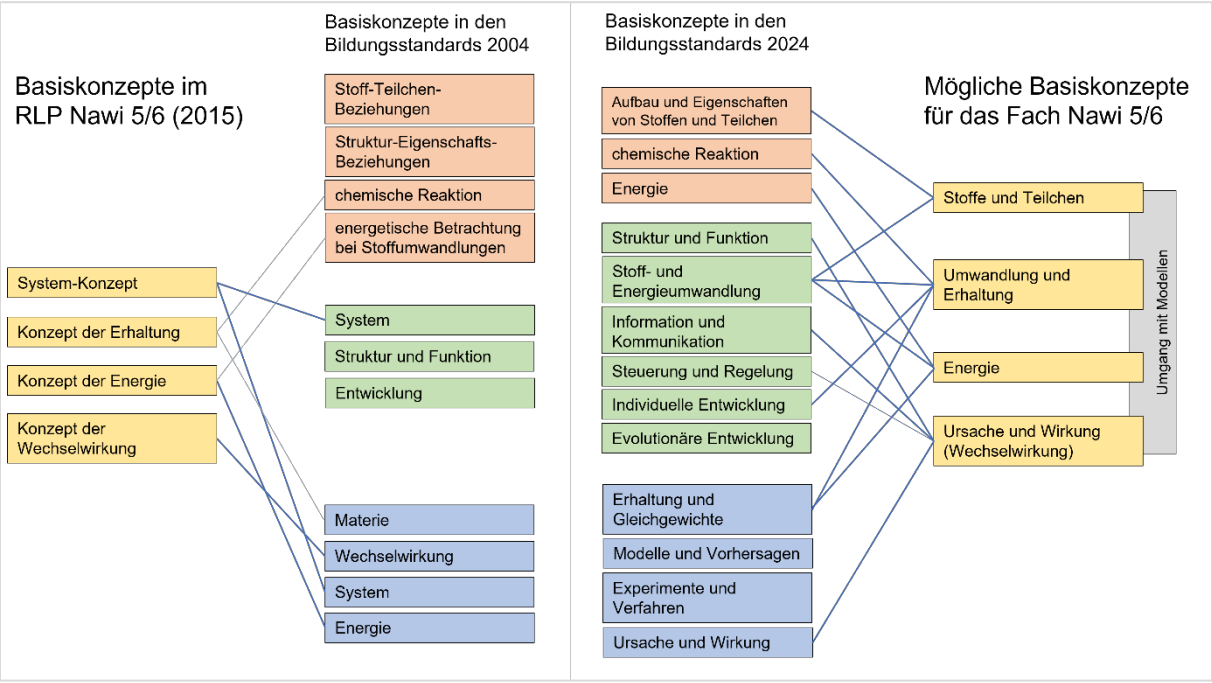

Abb. 4 links: Rekonstruktion des Zusammenhangs zwischen den Basiskonzepten im Fach NW 5/6 und den Basiskonzepten in der Sek I (KMK 2004a-c); rechts: Vorschlag möglicher Basiskonzepte für das Fach NW 5/6 abgeleitet aus den Basiskonzepten der weiterentwickelten Bildungsstandards (KMK 2024b-d); (orange: Chemie, grün: Biologie, blau: Physik, gelb: NW 5/6)

Mit diesem Vorschlag werden m. E. die Verknüpfungen der Basiskonzepte aller drei naturwissenschaftlicher Fächer stärker hervorgehoben als bisher. Modelle sind in den weiterentwickelten Bildungsstandards in der Physik als Basiskonzept verankert. In den anderen Fächern und auch in der Physik ist der Umgang mit Modellen und das Modellieren dem Bereich der Erkenntnisgewinnung zugeordnet. Um die Förderung von Modellkompetenz und die Bedeutung von Modellen für die Naturwissenschaften stärker zu betonen, mag auch für den naturwissenschaftlichen Unterricht ein Basiskonzept *Umgang mit Modellen* sinnvoll sein. Daher ist dieses Basiskonzept als graues Feld in Abbildung 4 und 5 eingefügt.

Vorschlag 2

Mein zweiter, alternativer Vorschlag wäre, bei der Benennung und Zuordnung der Basiskonzepte für den Mittleren Schulabschluss (KMK 2024b-d) und die Allgemeine Hochschulreife

(KMK 2020a-c) zu bleiben. Schließlich war Ziel der Vereinheitlichung der Basiskonzepte in den Bildungsstandards für diese beiden Schulabschlüsse einen kontinuierlichen Übergang zwischen den Sekundarstufen I und II zu gewährleisten (s.o.; KMK 2024e). Abbildung 5 illustriert diesen Vorschlag.

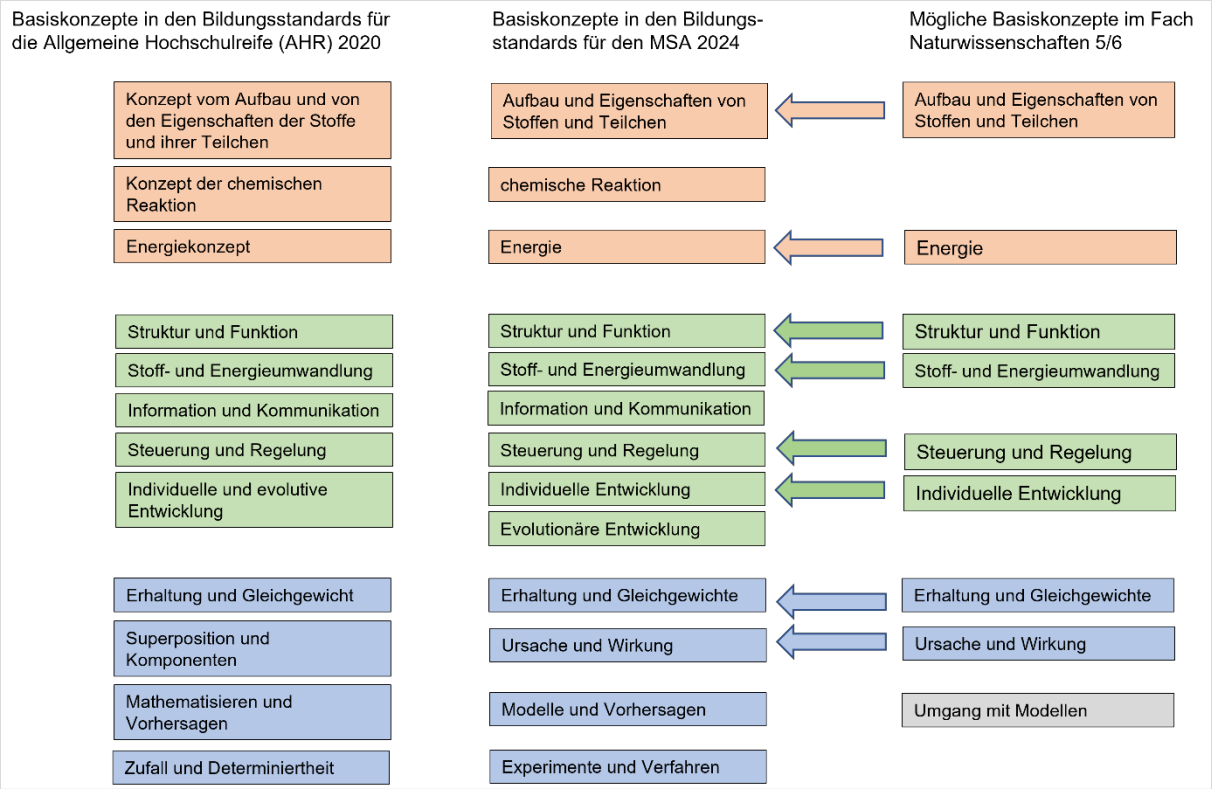

Abb. 5 Basiskonzepte in den naturwissenschaftlichen Fächern (orange: Chemie, grün: Biologie, blau: Physik) für die Sek II (KMK 2020a-c), die Sek I (KMK 2024b-d) und potenzielle Basiskonzepte für das Fach NW 5/6

Für den naturwissenschaftlichen Unterricht in 5/6 habe ich ausgewählte Basiskonzepte hervorgehoben, die m. E. in den jetzigen Themenfeldern entwickelt werden können und auch grundlegende inhaltliche Konzepte in möglichen neuen Themenfelder abbilden, die ich im folgenden Abschnitt vorschlagen möchte.

3.2 Überlegungen zur Neustrukturierung der Themenfelder

Viele Berliner und Brandenburger Lehrkräfte attestieren dem aktuellen Rahmenlehrplan (RLP NW 5/6 2015) zu viele Themenfelder und viel zu viele Inhalte (Streller & Bolte 2021). Wie ich in Abschnitt 2 an wenigen Beispielen gezeigt habe, überschneiden sich zwar viele Inhalte auch im derzeitigen RLP, nichtsdestotrotz könnte mit einer Reduktion der Anzahl der Themenfelder der Eindruck zu vieler Inhalte für vier bzw. in Brandenburg nur drei Wochenstunden (!) begegnet werden und möglicherweise zu mehr Akzeptanz auf Seiten der Lehrkräfte führen (vgl. Tab. 1).

Potenziell neue Themenfelder könnten sich stärker an die Bildung für nachhaltige Entwicklung orientieren und würden

1. somit eine Forderung der Bildungsstandards 2024 vorbereiten, dass *„Naturwissenschaften … einen Beitrag zur nachhaltigen Entwicklung“* leisten (KMK 2024 b-d),
2. ein Handlungsfeld der TIMS-Studie 2023 adressieren (vgl. Abschn. 1) und

3. Forderungen der Vereinbarung zur Arbeit in der Grundschule (KMK 2024a, S. 14) sowie der Strategie zur Bildung für nachhaltige Entwicklung (KMK 2024f) ganz explizit umsetzen.

Außerdem wäre per se ein stark lebensweltorientierter Ansatz und eine Querschnittsaufgabe von Schule (RLP Teil B) klar verankert und deutlich sichtbar. Tatsächlich sind bereits im jetzigen RLP (2015) viele inhaltliche Aspekte von Nachhaltigkeit erkennbar, aber in einer Weiterentwicklung könnte man diese viel klarer betonen, ohne allzu große inhaltliche Änderungen vornehmen zu müssen. Der Gedanke des integrierten Unterrichts und der Relevanz von Themen auch für die Zukunft würde aber stärker in den Fokus gerückt werden.

Die 17 Ziele für nachhaltige Entwicklung der UN (2015) und die Indikatoren des Destatis-Berichts (2025) an denen festgemacht wird, inwieweit die Ziele erreicht sind (Tab. 2), liefern eine erste Orientierung für die Auswahl und Konstruktion von geeigneten Themenfeldern für das Fach Naturwissenschaften 5/6.

Tab. 2 Ausgewählte Ziele für nachhaltige Entwicklung

ausgewählte Ziele für nachhaltige Entwicklung (UN 2015)	Indikatoren (Destatis 2025)
3 Gesundheit und Wohlergehen	Gesundheit und Ernährung (Adipositas, Rauchen) Luftbelastung (Emissionen, Feinstaub)
6 Sauberes Wasser	Gewässerqualität, Trinkwasser- und Sanitärversorgung
7 Bezahlbare und saubere Energie	Ressourcenschonung, erneuerbare Energie (Energieverbrauch, elektrischer Strom)
11 Nachhaltige Städte und Gemeinden	Flächeninanspruchnahme, Mobilität, Wohnen
12 Nachhaltige/r Konsum und Produktion	Konsum umwelt- und sozialverträglich gestalten
13 Maßnahmen zum Klimaschutz	Treibhausgase reduzieren
14 Leben unter Wasser	Meere schützen, Fischbestände
15 Leben an Land	Artenvielfalt, Ökosysteme, Wald

Aus diesen in Tabelle 2 genannten Zielen und Indikatoren könnten m. E. sechs Themenfelder für den naturwissenschaftlichen Unterricht 5/6 abgeleitet werden:

1. Körper und Gesundheit (3)
2. Wasser (6/14)
3. Energie (7)
4. Nachhaltigkeit (11/12)
5. Natur und Klima (13)
6. Leben an Land (15)

Diese von mir postulierten Themenfelder weisen inhaltlich große Überschneidungen zu den im Moment festgeschrieben Themenfeldern auf. Vorteil dieser Revision wäre, dass Lehrkräfte nicht überfordert würden, wenn „alles anders“ wäre und gleichzeitig durch die Reduzierung der Anzahl der Themenfelder, Schwerpunkte stärker zu betonen. Dringend würde ich die möglichen Vernetzungen zwischen den Themenfelder im zukünftigen RLP wieder kennzeichnen, um den integrativen Charakter des Fachs deutlicher hervorzuheben.

Zwischen diesem Vorschlag an neuen Themenfeldern und den Basiskonzepten, die den naturwissenschaftlichen Fächern der Sekundarstufe I zugrunde liegen, lassen sich vielfältige Beziehungen herstellen. Abbildung 6 illustriert ausgewählte Zusammenhänge.

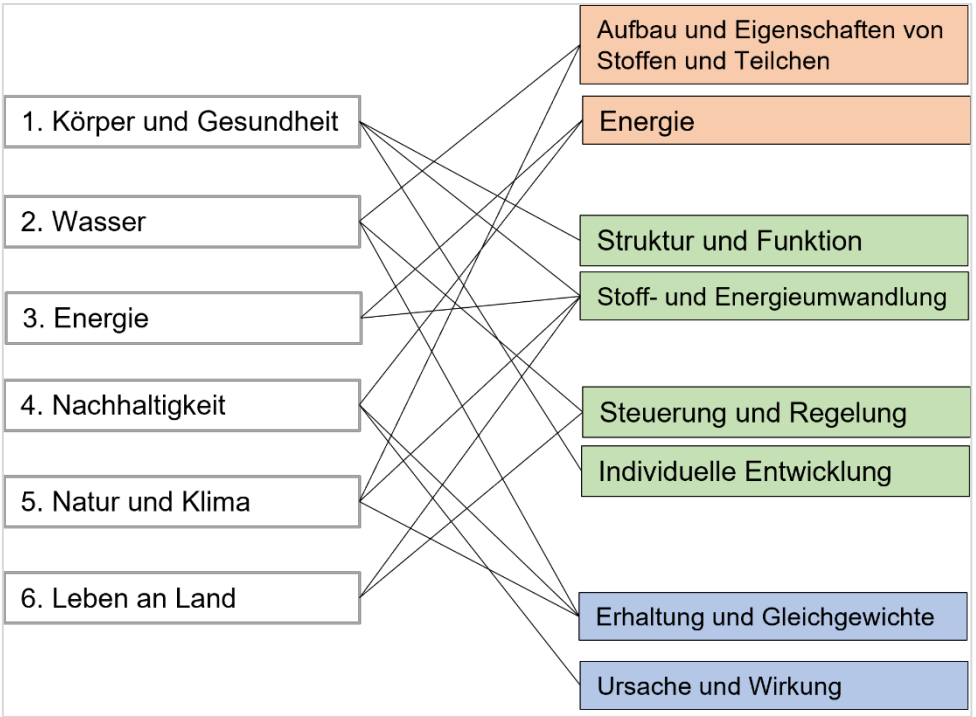

Abb. 6 Zusammenhänge zwischen potenziell neuen Themenfeldern und ausgewählten Basiskonzepten (s. Abb. 5)

4. Weiterentwicklung der Standards – beispielhaft im Kompetenzbereich Kommunikation

Im Kompetenzbereich Kommunikation werden Fähigkeiten und Fertigkeiten beschrieben, die Kinder in den Grundschulen für einen sinnstiftenden Umgang mit fachbezogenen Informationen entwickeln sollen. Dazu gehören basale (fach-)sprachliche Fähigkeiten (SWK 2022), die so entwickelt werden müssen, dass in der Sekundarstufe I das Übersetzen zwischen Alltags- und Fachsprache gelingt (KMK 2024b-d). Um Grundschulkinder auf die Herausforderungen einer zunehmend digitalisierten Welt vorzubereiten, müssen sie an die zukunftsorientierte Nutzung digitaler Medien herangeführt werden (KMK 2017; 2021). Laut TIMSS 2023 liegt hier ein umfangreicher Handlungsbedarf vor, der auch weiter auszubauende Aus- und Fortbildungsangebote für Lehrkräfte umfasst (Schwippert et al. 2024). Der Nutzung digitaler Medien und Werkzeuge kommt in diesem Kompetenzbereich eine hohe Bedeutung zu, indem diese sinnstiftend in Lernprozesse eingebunden werden bzw. ihr Einsatz kritisch reflektiert wird (KMK 2024 b-d).

Ausgehend vom RLP NW 5/6 (2015, S. 19f) möchte ich beispielhaft zeigen wie eine Weiterentwicklung der Standards insbesondere unter Einbeziehung der Basiskonzepte, die nunmehr quer über alle Kompetenzbereiche liegen, aussehen könnte.

2.3.1 Informationen erschließen – Textrezeption (mündlich und schriftlich)

	Recherchieren	**Informationen aus grafischen Darstellungen entnehmen**
	Die Schülerinnen und Schüler können	
C D	Informationen aus einem Text aufgabengeleitet entnehmen und wiedergeben	grafische Darstellungen beschreiben und aus ihnen Daten entnehmen

2.3.2 Informationen weitergeben – Textproduktion (mündlich und schriftlich)

	Darstellungsformen wechseln	**Texte zu Sachverhalten produzieren**	**Dokumentieren**	**Präsentieren**
	Die Schülerinnen und Schüler können			
C	Daten in Tabellen, Schaubildern und Diagrammen eintragen	naturwissenschaftliche Sachverhalte alltagssprachlich beschreiben	Untersuchungen beschreiben	Medien nutzen, um eigene Ideen und Themen darzustellen
D	Daten strukturieren und Tabellen, Schaubilder und Diagramme nach Vorgabe darstellen	naturwissenschaftliche Sachverhalte unter Verwendung der Alltagssprache unter Einbeziehung von Fachbegriffen beschreiben	Untersuchungen nach Vorgaben protokollieren	mithilfe von Stichworten, Anschauungsmaterialien und Medien Ergebnisse präsentieren

Abb. 7 Ausgewählte Standards im Abschnitt *2.3 Kommunizieren* (RLP NW 5/6 2015, S. 19f)

Bisher sind im Bereich *2.3.1 Informationen erschließen - Textrezeption* zwei Standards formuliert, die beide für die Niveaustufe C/D gelten sollen (vgl. Abschn. 2, Beispiel 3) und im Bereich *2.3.2 Informationen weitergeben – Textproduktion* jeweils vier Standards für die Niveaustufen C und D.

Der IQB-Bildungstrend zeigt, dass in Berlin und Brandenburg 27,2 % (Berlin) und 21,6 % der Schüler*innen in Jg. 4 die Mindeststandards im *Lesen* verfehlen (Wittig & Schneider 2022, S. 52). Damit nehmen Berlin und Brandenburg hinter Bremen die beiden vorletzten Plätze ein. Auch im Kompetenzbereich *Zuhören* erreichen in Berlin 27,1 % und in Brandenburg 22,5 % (ebd. S. 53) die Mindeststandards nicht. Diese beunruhigenden Ergebnisse zeigen denkbar ungünstige Voraussetzungen für den Start im eher fachlich geprägten Unterricht in Klasse 5/6.

Wie ich bereits in Abschnitt 1 dargelegt habe, muss laut der SWK der Fokus in allen Fächern auf die Entwicklung basaler sprachlicher Kompetenzen gelegt werden (SWK 2022, S. 48; 58). Diese Entwicklung müsste sich m. E. in stärker differenzierenden Standards ausdrücken.

Hinzu kommt die von der KMK (2017; 2021) geforderte Einbeziehung digitaler Medien und Werkzeuge, die ebenfalls in den Standards ihren Niederschlag finden sollten. Betrachtet man Texte in analogen und digitalen Medien, so mag sich die Rezeption von Texten auf den ersten Blick nicht unterschieden; *„allerdings stellen digitale Texte mit ihren vielfältigen hypermodalen Möglichkeiten (Verlinkungen, Text-Bild-Ton-Kombinationen, animierte Grafiken etc.) deutlich höhere Anforderungen an die Lesekompetenz“* (Becker-Mrotzek et al. 2019 in SWK 2022, S. 47). Daher erscheint es mir sinnvoll, die Nutzung digitaler Texte in Standards höherer Niveaustufen zu verankern.

Mir ist bewusst, dass ich mit meinem Vorschlag in Tabelle 3 und 4 eine größere Anzahl an Standards formuliere, als bisher in dem Kompetenzbereich beschrieben sind. Um aber eine Möglichkeit zu schaffen, den Lernzuwachs über zwei Niveaustufen besser darzustellen, ist diese größere Zahl m. E. unumgänglich. Jedoch würde ich im Kompetenzbereich nicht vier Unterbereiche (RLP 2015 Standards 2.3.1 bis 2.3.4, S. 19f) aufführen, sondern nur zwei fokussieren, nämlich Rezeption und Produktion, diese als klare und ausdifferenziertere Schwerpunkte. Tabelle 3 zeigt einen Vorschlag für den Bereich *Rezeption,* Tabelle 4 für den Bereich *Produktion* und integriert dabei Aspekte der im IQB Bildungstrend (2021) als problematisch herausgearbeiteten Bereiche *Lesen* und *Zuhören* sowie Aspekte digitaler Bildung.

Tab. 3 Vorschlag für differenzierende Standards im Kompetenzbereich Kommunikation – Schwerpunkt Rezeption

	Recherchieren	Informationen aus grafischen Darstellungen entnehmen
	Die Schülerinnen und Schüler können	
C	Informationen aus einem geschriebenen Text aufgabengeleitet entnehmen und wiedergeben (schriftlich oder mündlich) Informationen aus einem gesprochenen Text aufgabengeleitet entnehmen und wiedergeben (schriftlich oder mündlich)	grafische Darstellungen beschreiben (mündlich oder schriftlich) und aus ihnen Daten entnehmen Zusammenhänge zwischen zwei Größen mit Aussagen der Form „Je …, desto …“ beschreiben
D	Informationen aus einem fachsprachlichen Text auch aus digitalen Medien (z.B. Texte auf Webseiten oder Podcasts) entnehmen und wiedergeben Informationen auch in digitalen Medien suchen und wiederfinden	grafische Darstellungen unter Verwendung von Fachsprache erläutern (mündlich oder schriftlich) und aus ihnen Daten entnehmen Trends in Daten erkennen und zwischen Beschreiben und Deuten der Daten unterscheiden

Tab. 4 Vorschlag für differenzierende Standards im Kompetenzbereich Kommunikation – Schwerpunkt Produktion

	Dokumentieren	Präsentieren
	Die Schülerinnen und Schüler können	
C	Daten in vorgegebene Tabellen und xy-Diagramme eintragen Sachverhalte (Beobachtungen, Abläufe, Vorgänge, Untersuchungen) unter Verwendung der Alltagssprache beschreiben (mündlich und schriftlich) beschriftete Skizzen anfertigen Untersuchungen und Experimente nach Vorgaben protokollieren einfache digitale Medien zur Dokumentation nutzen	nutzen analoge (z. B. Bilder, Plakate) Medien zur Darstellung von Arbeitsergebnissen und Themen

D	Daten strukturieren und in selbst angelegte Tabellen und xy-Diagramme eintragen Sachverhalte (Beobachtungen, Abläufe, Vorgänge, Untersuchungen) beschreiben und dabei zwischen Alltags- und Fachsprache unterscheiden Protokolle anfertigen und die Funktion von Protokollen zur Dokumentation und Replikation kennen digitale Medien zur Dokumentation nutzen	nutzen analoge und digitale Medien (z. B. stop-motion-Filme, Videos, Audioaufnahmen, Podcasts) zur Darstellung von Arbeitsergebnissen und Themen

Die Basiskonzepte als inhaltliche Dimension sollen nunmehr auf alle Kompetenzbereiche, so auch auf Kommunikation bezogen, angewendet werden. M. E. stellt dies keine Hürde dar, da auch in den momentan gültigen Rahmenlehrplänen der naturwissenschaftlichen Fächer die Standards ohne inhaltliche Präzisierung formuliert sind, sodass diese inhaltlichen Aspekte für den jeweiligen Unterricht ergänzt und konkretisiert werden müssen. Das folgende Beispiel zeigt die Verknüpfung des Basiskonzepts Energie mit einigen Standards aus dem Bereich Kommunikation:

Tab. 5 Zusammenspiel von Kommunikationskompetenz und Basiskonzepten in ausgewählten Themenfeldern

Kommunikation		**Basiskonzept Energie**			
	Standard	Themenfeld			
		3.9 Technik (neu: 3. Energie)	3.7 Körper und Gesundheit (neu: 1. Körper und Gesundheit)	3.5 Pflanzen-Tiere-Lebensräume (neu: 6. Leben an Land)	3.2 Stoffe im Alltag (neu: 2. Wasser oder 3. Energie
C	grafische Darstellungen beschreiben und aus ihnen Daten entnehmen	beschreiben eine grafische Darstellung zur Energieübertragung in der Heizung mündlich			
C (D)	Zusammenhänge zwischen zwei Größen mit Aussagen der Form „Je …, desto …“ beschreiben		formulieren den Zusammenhang zwischen körperlicher Anstrengung und Energiebedarf als „Je…desto…“-Satz (und begründen ihre Aussage)		
D	Informationen auch in digitalen Medien suchen und wiederfinden			suchen in ausgewählten Webseiten nach Informationen zum Energiebedarf von Tieren im Winterschlaf	
D	grafische Darstellungen unter Verwendung von Fachsprache erläutern (mündlich oder schriftlich) und aus ihnen Daten entnehmen				beschreiben eine Abbildung zu den Übergängen zwischen den drei Aggregatzuständen unter Verwendung der Fachtermini und erläutern den Zusammenhang zwischen Aggregatzuständen und Temperaturänderung

5. Empfehlungen für einen Lernbereich Naturwissenschaften 7/8 in der Sekundarstufe I

Integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht ist international weit verbreitet und üblich (z. B. Niederlande, Schweiz, UK, USA, Kanada; Rehm et al., 2008, S. 103). In Deutschland dagegen ist traditionell ein Fachunterricht ab Jahrgang 5 bzw. 7 vorgesehen. Welcher Ansatz, ein integrierter oder ein differenzierter, zur Förderung allgemeiner naturwissenschaftlicher Grundbildung effektiver und bildungswirksamer ist, wird seit Jahrzehnten diskutiert (Labudde 2003; Bünder 2005). Einer der häufigsten Kritikpunkte, die einem integrierten Unterricht entgegengebracht werden, ist die Sorge, dass die lebensweltliche Orientierung der fächerübergreifenden Themen nicht immer mit der Systematik des Fachs vereinbar ist (Metzger, 2019). Durch naturwissenschaftlichen Unterricht anzustrebende naturwissenschaftliche Grundbildung (KMK 2024b-d) ist jedoch allein durch das Fokussieren auf systematische Fachinhalte allein überhaupt nicht erreichbar. Fachinhalte allein tragen also nicht zur Kompetenzentwicklung bei. Vielmehr ist es ein vernetzender, kumulativ angelegter Unterricht, in dem Schüler*innen lernen Fähigkeiten und Fertigkeiten variabel in Situationen anzuwenden und auf lebensweltliche Problemsituationen anzuwenden (KMK 2024b-d). Labudde (2003) spricht sich auch in höheren Jahrgangsstufen für einen integrierten Ansatz aus, da jedes Fach für sich nur spezifische Wirklichkeitsausschnitte zeige und Phänomene oder Gesetzmäßigkeiten eingeschränkt und auf spezielle Art gesehen werden. Ein fächerverbindender Unterricht kann somit auch die Grenzen der Einzelfachsicht aufzeigen und viel eher die Arbeit in den Naturwissenschaften repräsentieren. Neben einer besseren Vernetzung von Inhalten besitzt integrierter Unterricht positive Effekte, die die naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen betreffen (Dietz 2023). Auch überfachliche Kompetenzen können besser gefördert und Schüler*innen so durch einen ganzheitlichen und lebensweltbezogenen Fokus auch besser auf das Berufsleben vorbereitet werden (Labudde 2003). Die Sorge, dass integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht zu negativen Effekten auf das Fachwissen führen könne, konnte bisher nicht empirisch bestätigt werden (Dietz 2023).

Gleichwohl sind bisher wenige Untersuchungen bekannt, die sich mit Effekten eines integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts befassen (Überblick in Dietz 2023). Eine der wenigen empirischen Untersuchungen zu Effekten integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts im Vergleich zu fächerdifferenziertem wurde in einem Berliner Gymnasium durchgeführt (Dietz 2023). Dieses Beispiel stelle ich im Folgenden vor.

5.1 Empirische Untersuchungen zum integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht 7/8 an einem Berliner Gymnasium

An einem Berliner Gymnasium wurde im Jahr 2017/18 der Modellversuch gestartet, Naturwissenschaften statt fächerdifferenziert ausschließlich integriert zu unterrichten. Argumente für dieses Vorgehen bestanden darin, dass Konzepte zeitlich und räumlich nicht in Fächern getrennt voneinander unterrichtet werden, so Widersprüchlichkeiten in den drei Fächern aufgedeckt werden und mehr Einheitlichkeit in der Vermittlung grundlegender Konzepte und Fähigkeiten hergestellt werden kann (z.B. Energiebegriff, Teilchenmodell, Protokolle). Die Schüler*innen haben mit vier Stunden pro Woche mehr Stunden bei derselben Lehrkraft Unterricht (statt drei Lehrkräfte in zum Teil ein- bzw. zweistündigen Unterricht), damit kann sich eine intensivere Beziehung zwischen Schüler*innen und Lehrkraft ausbilden und kumulatives Lernen kann stärker berücksichtigt werden.

In der das Projekt begleitenden Studie konnte Dietz (2023) zeigen, dass bei Schüler*innen, die am integrierten Unterricht teilnahmen, im Vergleich zur Gruppe derer, die differenzierten Unterricht in Biologie, Chemie und Physik erhalten hatten, die Vernetzungsleistung im Basiskonzept Energie signifikant höher war. Erstmals konnte also empirisch nachgewiesen werden, dass integrierter naturwissenschaftlicher Unterricht den Aufbau vernetzten Wissens in besonderem Maße zu fördern vermag. Im Rahmen einer weiteren flankierenden Untersuchung konnten Bolte und Dietz (2024) zeigen, dass auch das motivationale Lernklima im integrierten

Unterricht sowohl am Ende der Jg. 7 als auch am Ende der Jg. 8 signifikant positiver von den Schüler*innen eingeschätzt wurde, als von ihren Mitschüler*innen, die fächerdifferenziert in Biologie, Chemie und Physik unterrichtet wurden. Damit ist es gelungen, zwei besonders bedeutsame Erfolgsparameter naturwissenschaftlichen Kompetenzerwerbs empirisch zu belegen (vgl Abschn. 1.1).

Trotz der positiven Effekte stehen viele Lehrkräfte einem integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht skeptisch gegenüber, wie die Einführung des Fachs Naturwissenschaften 5/6 in Berlin (2004/05) und in Brandenburg (2018/19) gezeigt hat (Streller & Bolte 2021). Die Gründe für diese Skepsis zu kennen, um ihnen begegnen zu können ist m. E. eine fundamentale Gelingensbedingung für die Einführung eines Lernbereichs Naturwissenschaften in 7/8.

5.2 Bisherige Hürden und zu erwartende Herausforderungen bei der Einführung eines Lernbereichs Naturwissenschaften 7/8

Gespräche mit Kolleg*innen, die in der Sekundarstufe I ein oder zwei naturwissenschaftliche Fächer unterrichten, zeigten mir, dass die Widerstände gegen ein integriertes Fach z. T. recht hoch sind. Diese unsystematische Befragung belegt, dass eine große Hürde, die Kollegien bisher davon abgehalten haben mag, in den Jahrgangsstufen 7/8 Naturwissenschaften integriert zu unterrichten, darin bestand, dass kein Rahmenlehrplan und kein passendes Schulbuch vorhanden sind. Dies hätte zur Folge, dass sich die Fachkollegien sehr eng verständigen müssten und den Prozess der Entwicklung eines integrierten Curriculums eben an jeder Schule eigens umgesetzt werden müsste. Damit geht eine extrem hohe Vorbereitungszeit einher. Durch die Vorlage eine Rahmenplans Naturwissenschaften 7/8 kann dieser Hürde begegnet werden. Teilweise konnte ich aber auch beobachten, dass Lehrkräfte kein klares Verständnis von einem integrierte Lernbereich Naturwissenschaft besitzen. Außerdem bekunden sie, ähnlich wie Lehrkräfte an den Grundschulen, Unsicherheiten im Umgang mit Geräten und Chemikalien und führen ihre mangelnde fachliche Qualifikation in mindestens einem der Fächer an. Viele der befragten Lehrkräfte scheinen in der Unterrichtsplanung einen stärkeren Fokus auf Inhalte, statt auf zu entwickelnde Kompetenzen zu legen.

Die Arbeit im integrierten Fach Naturwissenschaften wurde bisher in der Frage der Benotung erschwert. Obwohl integriert unterrichtet wurde, mussten die Noten auf dem Zeugnis die drei naturwissenschaftlichen Fächer differenziert ausgewiesen werden: *„Es werden für alle Fächer auch dann gesonderte Noten gebildet, wenn sie in Lernbereichen mit anderen Fächern zusammengefasst werden und für den Lernbereich eine gemeinsame Note gebildet wird“* (SekI-VO Berlin, § 20). Dieses Vorgehen konterkariert den Ansatz integrierten Unterrichts und sollte für die Einführung eines Lernbereichs vorab geklärt werden.

Ein weiterer wichtiger Aspekt sind auch Fortbildungsangebote für Lehrkräfte zur Umsetzung integrierten naturwissenschaftlichen Unterrichts. Solche Fortbildungsangebote sollten insgesamt breit gefasst sein vor dem Hintergrund der vielfältigen Zielvorstellungen für eine naturwissenschaftliche Grundbildung (vgl. Abschn. 1.1) und der von Lehrkräften angeführten Widerstände gegen integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht. Dazu gehören also Themen wie Planung und Umsetzung integrierten Unterrichts, Digitale Bildung (in den Naturwissenschaften), Bildung für nachhaltige Entwicklung, Kommunikation und Sprachbildung (in den Naturwissenschaften) und die Förderung leistungsschwacher Kinder (in den Naturwissenschaften). Diese Fortbildungsangebote sollten möglichst langfristig angelegt und bedarfsorientiert sein (Streller, Bolte & Erb 2012).

5.3 Mögliche thematische Strukturierung eines Lernbereichs Naturwissenschaften 7/8

Abschließend möchte ich Themenvorschläge unterbreiten, die sowohl die Basiskonzepte als auch die Standards aller drei naturwissenschaftlicher Fächer berücksichtigen – so, wie sie in den weiterentwickelten Bildungsstandards (KMK 2024b-d) ausgedrückt sind. Da bisher die Neufassungen der Rahmenlehrpläne für Biologie, Chemie und Physik und damit auch die inhaltlichen Festlegungen für die Doppeljahrgangsstufe 7/8 noch nicht vorliegen, ist es zum jetzigen Zeitpunkt unmöglich, einen vollständig kompatiblen Vorschlag für den Lernbereich 7/8 zu unterbreiten, der in Gänze die drei naturwissenschaftlichen Fächer abdeckt. Daher möchte im Folgenden erneut den Schwerpunkt Bildung für nachhaltige Entwicklung aufgreifen und fünf Themenfelder für einen zukunftsweisenden Unterricht skizzieren, die alle untereinander Bezüge aufweisen und die ebenfalls Inhalte aller drei naturwissenschaftlicher Fächer zusammenbringen. Die Liste der jeweils zugeordneten Inhalte erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit, sondern soll als Ideensammlung und Ausgangspunkt für die Entwicklung des Lernbereichs betrachtet werden.

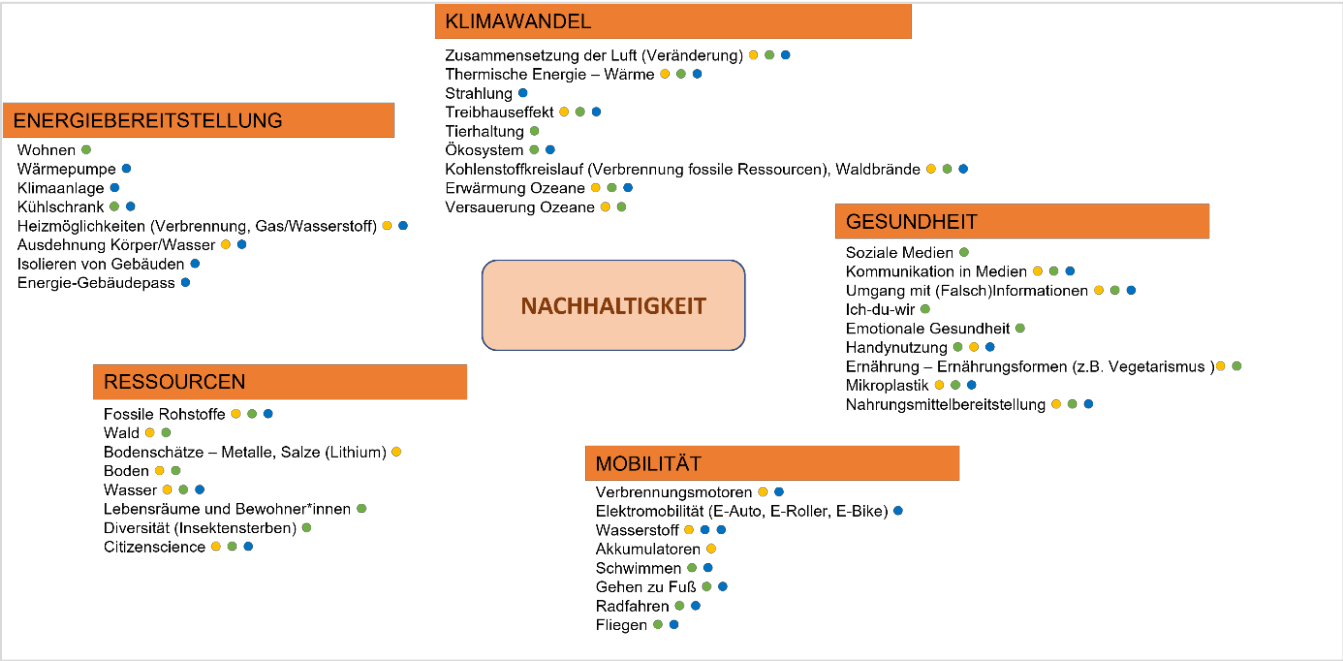

Abb. 8 Vorschlag von Themenfeldern für einen Lernbereich Naturwissenschaften 7/8 (Punkt in orange: Inhalt der Chemie, Punkt in blau: Inhalt der Physik, Punkt in grün: Inhalt der Biologie)

Die Abbildung liegt vergrößert im Anhang dieses Dokuments vor. Außerdem ist im Anhang eine Liste der momentanen Themenfelder aus den Rahmenlehrplänen der Fächer Biologie, Chemie und Physik der Doppeljahrgangsstufe 7/8 beigefügt, um die Bezüge zu verdeutlichen.

6. Zusammenfassende Empfehlungen für die Überarbeitung und Implementation des RLP NW 5/6 und eines Lernbereichs Naturwissenschaften 7/8

1. **Fächerverbindenden, integrativen Charakter** deutlich machen; Aufteilung in Inhalte aus der Biologie, Inhalte aus der Chemie, Inhalte aus der Physik vermeiden und ganzheitlich, kompetenzorientiert und inhaltsbezogen auf Phänomene und Sachverhalte fokussieren
2. **Bezüge zwischen** den **Themenfeldern** einerseits **und** zu den **Basiskonzepten** andererseits im Rahmenplan deutlich machen
3. **Wenige, und klar operationalisierte Standards;** Ausschärfen, was am Ende der Grundschulzeit erreicht sein soll und konsequent für die jeweiligen Niveaustufen ausweisen, um Lernzuwachs zu verdeutlichen
4. **Anzahl der Themenfelder** verringern, um Gemeinsamkeiten der Inhalte klarer zu strukturieren und bei Lehrkräften Eindruck von „das kann man gar nicht schaffen“ zu vermeiden (insb. in Brandenburg Überschneidungen zum Fach Wirtschaft-Arbeit-Technik herausstellen)
5. **Bildung für nachhaltige Entwicklung** explizit und deutlicher als bisher in Themenfeldern verankern
6. **Förderung digitaler Kompetenzen** der Schüler*innen stärken und explizit in den Standards aller Kompetenzbereich ausweisen
7. **Fortbildungsangebote** für Lehrkräfte zur Planung und Umsetzung integrierten Unterrichts, Digitale Bildung (in den Naturwissenschaften), Bildung für nachhaltige Entwicklung, Kommunikation und Sprachbildung (in den Naturwissenschaften), Förderung leistungsschwacher Kinder (in den Naturwissenschaften)
8. **Angebot einer Zusatzqualifikation** „Lehrkraft für integrierte Naturwissenschaften“ für die Jahrgangsstufen 5/6 und/oder 7/8 einrichten

Quellenverzeichnis

Benedict, C. & Bolte, C. (2009). (Irr-)Wege in die Welt des Kleinen. In R. Lauterbach, H. Giest & B. Marquardt-Mau (Hrsg.), *Lernen und kindliche Entwicklung* (S. 213–220). Klinkhardt.

Bolte, C. & Dietz, D. (2024). Motivationseffekte im integrierten und fächerdifferenzierten naturwissenschaftlichen Unterricht. In: H. van Vorst (Hrsg.), *Frühe naturwissenschaftliche Bildung* (S. 522 – 525). Universität Duisburg-Essen.

Bolte, C., Dietz, D. & Streller, S. (2025). Naturwissenschaftliche (Allgemein-)Bildung als Voraussetzung für gesellschaftliche Teilhabe. In S. Achour, M. Sieberkrob, D. Pech & P. Eberhard (Hrsg.), *Handbuch Demokratiebildung und Fachdidaktik* (S. 52-67). Wochenschau-Verlag.

Bolte, C. & Streller, S. (2006). Hindernisse und Potenziale des "neuen" Unterrichtsfachs Naturwissenschaften für die Jahrgangsstufe 5/6 aus Sicht Berliner Grundschullehrer/-innen.
In A. Pitton (Hrsg.), *Lehren und Lernen mit neuen Medien* (S. 380–382). Lit.

Bünder, W. (2005). Fachsystematik und/oder Lebenswelt? Rückblicke auf naturwissenschaftsdidaktische Curricula der 70er Jahre. In *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule, 55(8),* 2–4.

Destatis (Statistisches Bundesamt 2015). Indikatoren der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie. letzte Änderung der Daten - 07.02.2025 https://dns-indikatoren.de/

Dietz, D. (2023). *Vernetztes Lernen im fächerdifferenzierten und integrierten naturwissenschaftlichen Unterricht aufgezeigt am Basiskonzept Energie. Eine Studie zur Analyse der Wirksamkeit der Konzeption und Implementation eines schulinternen Curriculums für das Unterrichtsfach „Integrierte Naturwissenschaften 7/8"*. Logos.

Drechsler, B. & Gerlach, S. (2001). Naturwissenschaftliche Bildung im Sachunterricht – Problembereich bei Grundschullehrkräften. In J. Kahlert & E. Inckemann (Hrsg.), *Wissen, Können und Verstehen – über die Herstellung ihrer Zusammenhänge im Sachunterricht* (215–225). Klinkhardt.

Duit, R. (2004). Teilchen- und Atomvorstellungen. In R. Müller, R. Wodzinski & M. Hopf (Hrsg.), *Schülervorstellungen in der Physik* (S. 201-214). Aulis.

Fischler, H. & Lichtfeldt, M. (1997). Teilchen und Atome. Modellbildung im Unterricht. *NiU–Physik*, *8*(41), 4-8.

Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU, Hrsg.; 2013). Perspektivrahmen Sachunterricht. Klinkhardt.

Gropengießer, H. & Harms, U. (Hrsg. 2023). *Fachdidaktik Biologie*. Klett/Kallmeyer.

Großmann, L. (2019). Modellverstehen und Modellieren an einer Blackbox. Springer doi.org/10.1007/978-3-658-25282-3

Krell, M., Upmeier zu Belzen, A. & Krüger, D. (2016). Modellkompetenz im Biologieunterricht. In A. Sandmann & P. Schmiemann (Hrsg.), *Biologiedidaktische Forschung: Schwerpunkte und Forschungsstände* (S. 83-102). Logos

Kultusministerkonferenz (KMK; 2004a) Bildungsstandards im Fach Biologie für den mittleren Schulabschluss. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Biologie.pdf

Kultusministerkonferenz (KMK; 2004b) Bildungsstandards im Fach Chemie für den mittleren Schulabschluss. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Chemie.pdf

Kultusministerkonferenz (KMK; 2004c) Bildungsstandards im Fach Physik für den mittleren Schulabschluss. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Physik.pdf

Kultusministerkonferenz (KMK; 2017). Bildung in der digitalen Welt. Strategie der Kultusministerkonferenz. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/PresseUndAktuelles/2017/Strategie_neu_2017_datum_1.pdf

Kultusministerkonferenz (KMK; 2020a). Bildungsstandards im Fach Biologie für die Allgemeine Hochschulreife. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2020/2020_06_18-BildungsstandardsAHR_Biologie.pdf

Kultusministerkonferenz (KMK; 2020b). Bildungsstandards im Fach Chemie für die Allgemeine Hochschulreife. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2020/2020_06_18-BildungsstandardsAHR_Chemie.pdf

Kultusministerkonferenz (KMK; 2020c). Bildungsstandards im Fach Physik für die Allgemeine Hochschulreife. https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2020/2020_06_18-BildungsstandardsAHR_Physik.pdf

Kultusministerkonferenz (KMK; 2021). Lehren und Lernen in der digitalen Welt. Die ergänzende Empfehlung zur Strategie „Bildung in der digitalen Welt". https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2021/2021_12_09-Lehren-und-Lernen-Digi.pdf

Kultusministerkonferenz (KMK; 2024a). Vereinbarung zur Arbeit in der Grundschule. https://www.kmk.org/fileadmin/pdf/PresseUndAktuelles/2024/2024_03_15-Vereinbarung-Grundschule.pdf

Kultusministerkonferenz (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

Kultusministerkonferenz (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

Kultusministerkonferenz (KMK; 2024d). 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

Kultusministerkonferenz (KMK; 2024e). Bildungsstandards Naturwissenschaften (2024) Biologie, Chemie, Physik Sekundarstufe I Beitrag zur Implementation. https://www.kmk.org/fileadmin/Dateien/pdf/Bildung/Qualitaet/ImplBroschuere_BiSta_NATURWISSENSCHAFTEN_2024-06-06.pdf

Kultusministerkonferenz (KMK; 2024f) Empfehlung der Kultusministerkonferenz zur Bildung für nachhaltige Entwicklung in der Schule https://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2024/2024_06_13-BNE-Empfehlung.pdf

Labudde, P. (2003). Fächer übergreifender Unterricht in und mit Physik: Eine zu wenig genutzte Chance. *Physik und Didaktik in Schule und Hochschule*, *1(2),* S. 48–66.

Metzger, S. (2019). Die Naturwissenschaften fächerübergreifend vernetzen. In P. Labudde & S. Metzger (Hrsg.), *Fachdidaktik Naturwissenschaft* (S. 29–44). utb.

Möller, K. (2004). Naturwissenschaftliches Lernen in der Grundschule – Welche Kompetenzen brauchen Grundschullehrkräfte? In H. Merkens (Hrsg.), *Lehrerbildung: IGLU und die Folgen* (S. 65–84). Opladen.

Rehm, M., Bünder, W., Haas, T., Buck, P., Labudde, P., Brovelli, D., Østergaard, E., Rittersbacher, C., Wilhelm, M., Genseberger, R., & Svoboda, G. (2008). Legitimationen und Fundamente eines integrierten Unterrichtsfachs Science. *ZfDN, 14*, 99–124.

Schwippert, K. , Kasper, D., Eickelmann, B., Goldhammer, F., Köller, O., Selter, C. & Steffensky, M. (Hrsg.; 2024). *TIMSS 2023. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich*. Waxmann.

Steffensky, M., Scholz, L. & Köller, O. (2024). Naturwissenschaftliche Kompetenzen im internationalen Vergleich: Testkonzeption und Ergebnisse. In K. Schwippert, D. Kasper, B. Eickelmann, F. Goldhammer, O. Köller, C. Selter & M. Steffensky (Hrsg.; 2024), TIMSS 2023. Mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich. Waxmann.

SenBJF & MBJS (2015a; Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie Berlin & Ministerium für Bildung, Jugend und Sport Brandenburg). Teil C Naturwissenschaften. https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/rahmenlehrplaene/Rahmenlehrplanprojekt/amtliche_Fassung/Teil_C_Nawi_5-6_2015_11_16_web.pdf

SenBJF & MBJS (2015b; Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Familie Berlin & Ministerium für Bildung, Jugend und Sport Brandenburg). Teil C Sachunterricht. https://bildungsserver.berlin-brandenburg.de/fileadmin/bbb/unterricht/rahmenlehrplaene/Rahmenlehrplanprojekt/amtliche_Fassung/Teil_C_Sachunterricht_2015_11_16_web.pdf

Ständige Wissenschaftliche Kommission (SWK; 2022). Basale Kompetenzen vermitteln – Bildungschancen sichern. Perspektiven für die Grundschule. Gutachten der ständigen Wissenschaftlichen Kommission der Kultusministerkonferenz. https://www.swk-bildung.org/content/uploads/2024/02/SWK-2022-Gutachten_Grundschule.pdf

Streller, S. & Bolte, C. (2021). Fortbildungsbedarf im Fach Naturwissenschaften in Berlin und Brandenburg. In S. Habig (Hrsg.), *Naturwissenschaftlicher Unterricht und Lehrerbildung im Umbruch?* (S. 705–708). Universität Duisburg-Essen.

Streller, S., Erb, M. & Bolte, C. (2012). Das Berliner ProNawi-Projekt. Förderung naturwissenschaftlicher Kompetenzen durch die Projektgruppe Naturwissenschaften. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, *23*(130/131), 76–79.

Streller, S. & Knebel, D. (2017). Vom Märchen zum Schlüsselkonzept Dichte. *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule, 66(1)*, 20–24.

Streller, S., Bolte, C., Dietz, D. & Noto La Diega, R. (2019). *Chemiedidaktik an Fallbeispielen*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-662-58645-7

Upmeier zu Belzen, A. & Krüger, D. (2013). Modellieren. In H. Gropengießer & U. Harms (Hrsg.), *Fachdidaktik Biologie* (S. 316-327). Klett/Kallmeyer,

UN – United Nations (2015). Agenda 2030. Ziele für nachhaltige Entwicklung. https://unric.org/de/17ziele/

Wittig, J. & Schneider, R. (2022). Kompetenzstufenbesetzung im Fach Deutsch. In P. Stanat, S. Schipolowski, R. Schneider, K. A. Sachse, S. Weirich & S. Henschel (Hrsg.), *IQB-Bildungstrend 2021. Kompetenzen in den Fächern Deutsch und Mathematik am Ende der 4. Jahrgangsstufe im dritten Ländervergleich*. Waxmann