

Die Kinder-Sachen-Welten-Frage unter besonderer Berücksichtigung chemischer Bezüge

„Sollten wir nur noch Autos mit (Lithium-Ionen-)Akkus fahren?“

MARIE FISCHER, PASCAL KIHM, LUISA LAUER, MARKUS PESCHEL¹

Abstract

Vielperspektivität und **Vernetzung** sind die zwei zentralen Prinzipien der Didaktik des Sachunterrichts (als wissenschaftlicher Disziplin) sowie des Sachunterrichts (als Unterrichtsfach) (vgl. Köhnlein 1999: 13; Giest et al. 2017: 9; Schmeinck 2021: 194; Gervé 2022: 17 f.). **Vielperspektivität** bezeichnet in der Didaktik des Sachunterrichts das ‚didaktische Prinzip‘ (vgl. Köhnlein et al. 2013: 3) der ‚Vielfalt *aufeinander bezogener* Inhalte, Betrachtungsweisen, Wissensformen und Methoden‘ (ebd.: 1; Herv. d. V.; vgl. auch Nießeler 2020: 53). Diesem Prinzip folgend, sollte die Didaktik des Sachunterrichts Lehr-Lern-Prozesse dahingehend adressieren, dass das bildungsrelevante Potenzial einer vielperspektivischen Erschließung von Inhalten im Mittelpunkt der Planung, Durchführung und Auswertung von sachunterrichtlichen Lehr-Lern-Prozessen steht (vgl. Thomas 2022: 274). Anders formuliert: In unserem Verständnis sollte Sachunterricht (als Unterrichtsfach) so oft es geht vielperspektivisch angelegt sein. Ausgangspunkt und Zentrum sachunterrichtlichen Lernens sind somit u. E. **vielperspektivische Fragestellungen und Themenbereiche** (vgl. ebd.; Tänzer 2010; GDSU 2013).

Lauterbach (2017: 14 f.) nimmt eine bildungssprachliche Reflexion des Begriffes „Vielperspektivität“ vor: „Der Wortstamm ‚*Perspektive*‘ ist uns geläufig. Bildungssprachlich wird damit laut Duden zum einen die Betrachtungsweise oder Betrachtungsmöglichkeit von einem bestimmten Standpunkt aus bezeichnet [...], zum anderen eine Aussicht auf Zukunft, genauer auf Zukunftserwartungen. Das Suffix in *Vielperspektivität* [...] bezeichnet als substantivierte Eigenschaft etwas Abstraktes, [...] etwas Nichtgegenständliches im Sinne von allgemeiner Gültigkeit, in unserem Fall die Abstraktion von Betrachtungsmöglichkeiten oder Zukunftsaussichten“ (ebd.; Herv. d. V). Als indefinites Nominale erzeugt das Präfix „*viel*“ „ein vages, unscharfes Maß an Bestimmtheit“ (ebd.) und „multipliziert die abstrahierte Gesamtheit der Perspektiven auf ungewisse Weise [...]. Für den Sachunterricht ist das von Belang: sprachlich (es werden keine Namen genannt),

¹ Universität des Saarlandes

gegenständlich (es wird nicht auf sinnlich wahrnehmbare Dinge verwiesen), methodisch (es werden weder Verfahren noch Ordnungsformen angegeben)“ (ebd.).

Eine Annahme, die unserem Beitrag zugrunde liegt, ist, dass (vielperspektivischer) Sachunterricht sich grundsätzlich an der Aufgabe messen lassen muss, inwiefern er einen Beitrag zur grundlegenden Bildung von Kindern leistet (vgl. Schumann 2013; Rauterberg 2013; Trevisan 2019). Bzgl. unseres Bildungsverständnisses verweisen wir dabei auf Heymann (1996), Klafki (2007) und Peschel et al. (2020) und somit auf Kategorien wie „Exemplarität“, „Fundamentalität“, „Gegenwartsbedeutung“, „Zukunftsbedeutung“.

Angesichts der Schwerpunktlegung in diesem Band, Aspekte chemischen Lernens im naturwissenschaftlich orientierten Sachunterricht zu diskutieren, werden wir besonders die chemischen Bezüge in einer exemplarischen *Kinder-Sachen-Welten-Frage* (kurz: KSW-Frage) („*Sollten wir nur noch Autos mit (Lithium-Ionen-)Akkus fahren?*“ hervorheben. Dies geschieht im Bewusstsein, dass „monoperspektivische [und hier sogar bezugsfachwissenschaftliche!] Zugänge zu Phänomenen im Rahmen von Welterschließungsprozessen“ – „vor der Prämisse des sachunterrichtlichen Prinzips der Vielperspektivität“ – „einen veränderten [und u. E. reduzierten] Zugang für Bildungsprozesse darstellen“.^{2,3} Wir machen damit einen konkreten Vorschlag, „welche Art der Wendung bezugsfachwissenschaftliche[.] [und monoperspektivische] Zugänge erfahren [müssen], um sachunterrichtlich relevant zu werden“.

„Gesellschaftliche Bildung ist damit nicht an einen Fächerkanon oder ein Fachcurriculum geknüpft, sondern an Problem- und Fragestellungen und der zu ihrer Beantwortung oder Bearbeitung jeweiligen Fachaspekte“ (Pech 2009: 7).

1 Fach(-kultur-)bezogene Perspektiven und chemische Bezüge

Die fünf Perspektiven des Sachunterrichts (GDSU 2013) (historisch, sozialwissenschaftlich, geografisch, naturwissenschaftlich und technisch) lassen sich als methodisch kontrollierte, fach- oder wissenschaftsbezogene Zugriffsweisen auf Welt verstehen (vgl. Trevisan 2019: 24f.). Die Perspektiven beziehen sich auf Wissenschaftsdomänen/-felder und deren **lebensweltliche Bedeutung** und gehen „von den Interessen der Kinder und ihren Lebenswelterfahrungen“ (ebd.) sowie „ihrem Lernbedürfnis“ (Köhnlein 2012: 80) aus. Sie übergreifen in perspektivischem Verständnis „verwandte“ *Fachkulturen* (zum Kulturbegriff siehe Nießeler 2020; Peschel 2021), die im Sachunterricht der Primarstufe (noch) nicht getrennt verstanden werden (vgl. Schmid et al. 2013: 49).

Die **naturwissenschaftliche Perspektive** (GDSU 2002: 15 ff.; GDSU 2013: 37 ff.) umfasst Bezüge zu den einzelnen (Bezugs-)Fachorientierungen – Physik, Chemie, Biologie, Technik – und bearbeitet die „Frage nach dem Verhältnis von Mensch und Natur“

2 Die Zitate aus dem vorangegangenen und dem folgenden Satz stammen aus dem Call for Papers zum vorliegenden Sammelband.

3 Hinsichtlich des Begriffes *Welterschließen* verweisen wir auf Gervé (2017) und Kahlert (2004).

(GDSU 2013: 37) in einer „von den Naturwissenschaften mitgeprägten Welt“ (ebd.; vgl. auch Giest 2017: 9). Sie adressiert dabei auch chemische Bezüge, die v. a. ein grundlegendes Verständnis bzw. ein wissenschaftlich anschlussfähiges Konzept von Materie (Strukturen und Veränderungen von Stoffen; Herstellung und Verwendung dieser Stoffe aufgrund ihrer Eigenschaften) anbahnen sollen (vgl. Giest 2017: 9; Steffensky 2022: 141 f.).

In jeder Perspektive des Sachunterrichts gibt es, wie auch in der naturwissenschaftlichen Perspektive, entsprechende sog. *perspektivenbezogene* Themenbereiche, ein Begriff, der inhaltlich auf Erkenntnisse, Wissensbestände, Sachverhalte, Fragestellungen und Konzepte aus den einzelnen Fachkulturen verweist. Zum anderen gibt es prozedural zu verstehende *perspektivenbezogene* Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen (GDSU 2013: 15), die auf fachgemäße Methoden zur Erschließung von Fragestellungen abzielen (Tab. 1⁴).

Tabelle 1: Chemische Bezüge in den perspektivenbezogenen Themenbereichen und den DAHs der naturwissenschaftlichen Perspektiven des Sachunterrichts (GDSU 2002; 2013)

Perspektivrahmen 2002	Perspektivrahmen 2013
<p>Material-/Stoffeigenschaften, Stoffumwandlungen: Eigenschaften von Feststoffen (Metalle, Kunststoffe) und Flüssigkeiten (Öl, Essig), Steinen und Mineralien, Stoffgemische aus Feststoffen bzw. aus Flüssigkeiten, Lösungen, Lösungsverhalten, Verbrennungsprozesse als chemische Stoffumwandlung, Oxidation von Metallen wie Eisen, Kupfer oder Silber an der Luft</p>	<p>chemische Eigenschaften von Stoffen/Körpern (z. B. Brennbarkeit, Lösbarkeit, Rosten) Stoffumwandlungen (z. B. Rosten und Verbrennung, Kohlenstoffkreislauf)</p>
<p>Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen (DAHs) der naturwissenschaftlichen Perspektive (Perspektivrahmen 2013)</p>	
<p>Anders als die perspektivenbezogenen Themenbereiche der naturwissenschaftlichen Perspektive sind die aufgeführten perspektivenbezogenen Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen (DAHs) der naturwissenschaftlichen Perspektive eher fachübergreifend naturwissenschaftlich formuliert. Sie lassen sich nicht unbedingt einem konkreten Bezugsfach zuordnen, da es sich um Methoden und Zugangsweisen handelt, die (u. E.) in allen naturwissenschaftlichen Disziplinen Anwendung finden (vgl. Hacking 1996; Schaake 2011; Höttecke & Rieß 2015).</p> <ul style="list-style-type: none"> • „DAH NAWI 1: Naturphänomene sachorientiert (objektiv) untersuchen und verstehen • DAH NAWI 2: Naturwissenschaftliche Methoden aneignen und anwenden • DAH NAWI 3: Naturphänomene auf Regelmäßigkeiten zurückführen • DAH NAWI 4: Konsequenzen aus naturwissenschaftlichen Erkenntnissen für das Alltagshandeln ableiten • DAH NAWI 5: Naturwissenschaftliches Lernen bewerten und reflektieren“ (GDSU 2013: 39). 	

Wir stellen hier einen Gegenentwurf zu traditionellen Unterrichtsvorschlägen vor, die monoperspektivische und häufig sogar einzelfachliche (hier chemiebezogene) Themen wie Stoffeigenschaften und -umwandlungen (z. B. Löslichkeit, Verbrennung, Chromatographie, s. Tab. 1) in Form von expliziten Aufgaben(sammlungen) umsetzen

4 Ein Beispiel für eindeutig biologische Bezüge in den perspektivenbezogenen Themenbereichen der naturwissenschaftlichen Perspektive des Sachunterrichts wäre „Pflanzen, Tiere und ihre Unterteilungen“ (GDSU 2013: 39), ein Beispiel für eindeutig physikalische Bezüge wäre „physikalische Vorgänge“ (ebd.), worunter etwa Kraft(wechsel)wirkungen oder Veränderungen des Aggregatzustandes gefasst werden (vgl. ebd.: 44).

(vgl. Hesecker et al. 2019: 144 ff.), um diese mit perspektivenbezogenen Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen zu erarbeiten (vgl. Fink 2017: 91 f.) (vgl. zu dieser Kritik auch Kihm et al. 2023).

Entfaltet man Unterrichtsinhalte im Wesentlichen bezogen auf die Systematik *eines* Faches, bleibt u. E. nicht viel von ihrem Bildungspotential für den Sachunterricht der Grundschule übrig. „Der fachliche Blickwinkel engt ein, oft noch ehe die Kinder ihre mitunter diffusen und vielfältigen Erfahrungen zum Thema aktiviert und vorgebracht haben“ (Kahlert 2022: 221). „Die einzelnen fachlichen Perspektiven haben [...] für sich allein betrachtet auch ihre Erkenntnisgrenzen und können dadurch nur einen eingeschränkten Ausschnitt der Welt erklären“ (Trevisan 2019: 24). Sachunterricht darf deshalb u. E. nicht darauf reduziert werden, perspektivenbezogene Themen(bereiche) (z. B. Kohlenstoffdioxid, Verbrennung) zu bearbeiten, sondern muss das Potenzial mind. der gesamten naturwissenschaftlichen Perspektive – hier unter besonderer Berücksichtigung chemischer Bezüge – für die Bearbeitung lebensweltlicher⁵ Probleme und Fragestellungen nutzen. „Die gegenwärtigen und zukünftigen Probleme und Herausforderungen der Welt lassen sich nicht innerhalb einzelner Wissenschaftsdisziplinen lösen, es kommt auf vernetzendes Denken an, das Fragestellungen und Wissen aus verschiedenen Fachdisziplinen integriert“ (Michalik 2021: 139; vgl. auch Köhnlein 2012: 344 ff.; Giest 2017: 10; Billion-Kramer 2021: 236).

2 Vielperspektivisch-vernetzender Sachunterricht und chemische Bezüge

Ziel eines *vielperspektivischen Sachunterrichts* sollte es sein, dass Schüler:innen ein „kohärentes, anschlussfähiges Verständnis über [...] zentrale Konzepte [hier] der Chemie und Physik entwickeln anstelle unverbundener Wissens Elemente über einzelne Aspekte spezifischer Inhaltsbereiche“ (Steffensky 2022: 145). Dies schließt u. E. (1) die perspektivenbezogenen und perspektivenübergreifenden DAHs, v. a. aber (2) die Bedeutung (hier) naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und Methoden für ökonomische, historische, kulturelle, soziale und ökologische Prozesse ein (vgl. Marquardt-Mau 2004; Osborne 2014). Vielperspektivischer Sachunterricht beinhaltet auch chemiebezogene Erkenntnisse und Methoden, die als Elemente naturwissenschaftlichen und chemischen Lernens (vgl. Steffensky 2022) mit gesellschaftlichen Fragen verbunden werden müssen (vgl. Trevisan 2019: 24; Michalik 2021: 139).

In seiner konkreten Umsetzung bedeutet vielperspektivischer Sachunterricht u. E. allerdings häufig, dass „ein bisschen ‚historischer Apfel‘, dann ein bisschen ‚geografischer‘ und zuletzt ein bisschen ‚biologischer Apfel‘“ (Trevisan 2019: 24; vgl. auch Scholz 2004; Pech 2009: 7) unterrichtet wird, ohne „quer“ zu den fachlichen Perspektiven [Denken zuzulassen und] Zusammenhänge sichtbar werden“ (Trevisan 2019: 24) zu lassen. „Perspektivenvielfalt kommt in den [von Mathis und Kolleg:innen; Anm.

5 Zum Begriff der Lebenswelt siehe Fischer et al. (2022).

d. V.] untersuchten Unterrichtsstunden nur als additive Sammlung von Aspekten vor“ (Mathis et al. 2015: 79; vgl. auch Mathis & Duncker 2017: 66 ff.; Trevisan 2019: 32 ff.; Heseke et al. 2019; Kihm et al. 2023: 143 f.).⁶

Vielperspektivischer Sachunterricht versteht sich demgegenüber vielmehr als „Integrationsfach, das diese fachliche Vielfalt als Chance sieht, bei Kindern ein **vernetztes** Verstehen ihrer Um- und Mitwelt anzubahnen und zu fördern“ (Lange 2017: 42; Herv. d. V.; vgl. auch Giest et al. 2017: 10).

Exkurs: Vernetzung

Der Begriff „Vernetzung“ verweist allgemein auf die Verknüpfung von Informationseinheiten. Die Bezugnahme auf ein didaktisches „Netz“ (vgl. Kahlert 2022) macht deutlich, dass Beziehungen, Zusammenhänge oder Verbindungen zwischen Wissensbeständen und anderen Informationseinheiten zu knüpfen sind. Dieses Vernetzen resp. Verknüpfen geht über die kritisierte additive Aneinanderreihung von Themen oder Perspektiven hinaus, indem *Querverbindungen* (Gemeinsamkeiten, Unterschiede) zwischen den Wissensbeständen gesucht werden. Entsprechend wird erst durch die Verknüpfung der Erkenntnisse aus verschiedenen Wissensdomänen und durch die Betrachtung der Zusammenhänge eine vernetzte Vielperspektivität im o. g. Sinne erzeugt (vgl. ebd.).

Abbildung 1: Exkurs Vernetzung

Die Vernetzung der Perspektiven des Sachunterrichts, ihren Wissensbeständen, Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen, kann auf verschiedene Arten umgesetzt werden (vgl. GDSU 2013: 72 f.). Ein Ansatz sind die exemplarischen **Perspektiven vernetzenden Themenbereiche (PVTs)** des Perspektivrahmens (Mobilität, Gesundheit, Nachhaltige Entwicklung, Medien, vgl. ebd.). Dies sind „Themen und Fragestellungen, die von sich aus ohne eine Vernetzung der Erkenntnisse aus verschiedenen Perspektiven nicht sinnvoll bearbeitbar sind“ (ebd.). Sie integrieren die verschiedenen Perspektiven, binden sie zusammen, „machen Zusammenhänge deutlich und ermöglichen es somit, dass das Wissen auf die Lebenswirklichkeit der Kinder zurückgeführt werden kann“ (ebd.: 15). Eine weitere Möglichkeit, den vielperspektivischen Sachunterricht auf bildungsrelevante, komplexe und lebensweltliche Themen zu beziehen, ist die Ausrichtung an Klafkis **„epochaltypischen Schlüsselproblemen“** (2007). Schmid et al. (2013) stellen mit der **übergeordneten Fragestellung** eine weitere Möglichkeit vor, die es erfordert, „Wissensbestände aus verschiedenen Bezugswissenschaften des Sachunterrichts zu berücksichtigen und zu vernetzen“ (ebd.: 48).⁷

6 Ausgangspunkt der zitierten Analysen von Mathis et al. (2015), Mathis und Duncker (2017) und Trevisan (2019) ist der historisch orientierte Sachunterricht: Anhand von Lehrwerkanalysen zeigen die Autor:innen, dass die Vernetzung zu anderen Perspektiven im historisch orientierten Sachunterricht selten ist. Dieser Befund ist u. E. auf den naturwissenschaftlich orientierten Sachunterricht übertragbar (vgl. dazu auch Heseke et al. 2019; Kihm et al. 2023) bzw. dort aufgrund der einzelfachlichen Herangehensweise ggf. sogar noch ausgeprägter.

7 „Klafkis Kriterien für die Bestimmung von Inhalten im Rahmen der didaktischen Analyse (hier zentral die exemplarische Bedeutung, die Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung und die Orientierung an epochaltypischen Schlüsselproblemen), [...] Dimensionen des Weltzugriffs von Köhnlein (2000), Polare Paare und Didaktische Netze von Kahlert (2002)“, sind einige bildungstheoretische Grundsetzungen, die Schmid et al. (2013: 50) zur Bestimmung von Bildungsinhalten im Sachunterricht vorschlagen.

In diesem Beitrag soll es primär um die *Kinder-Sachen-Welten-Frage* (Peschel et al. 2021), eine Weiterentwicklung der übergeordneten Fragestellung (Schmid et al. 2013), gehen.

2.1 Von der übergeordneten Fragestellung zur *Kinder-Sachen-Welten-Frage*

Die **übergeordnete Fragestellung** (Schmid et al. 2013; Trevisan 2019) fungiert als integrierendes Element, um disziplinäre Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen sowie Wissensbestände aus den verschiedenen Perspektiven zu einer Gesamtsicht zu vernetzen. Durch die übergeordnete Fragestellung wird ein (komplexes gesellschaftlich und fachlich relevantes) Thema (a) vielperspektivisch, (b) aus lebensweltlichen Bezügen und (c) von einem übergeordneten Interesse erschlossen und bearbeitet. Die Schüler:innen sollen dazu angeregt werden, sich mittels der übergeordneten Fragestellung „in einem komplexen Themenfeld eine eigene fundierte Meinung zu bilden und sich mit verschiedenen (fachlichen) Perspektiven bewusst auseinanderzusetzen.“ (Trevisan 2019: 34). Durch die Perspektivenvernetzung mittels übergeordneter Fragestellung werden Trivialisierungen, Verinselungen des fachlichen Wissens oder die Addition von Fachinhalten vermieden (vgl. ebd.; Schmid et al. 2013).

Die ***Kinder-Sachen-Welten-Frage*** (kurz: KSW-Frage)⁸ ist als Weiterentwicklung der übergeordneten Fragestellung nach Schmid et al. (2013) bzw. Trevisan (2019) zu verstehen.

Die KSW-Frage – als „didaktisches Hilfsmittel“ (Peschel et al. 2021: 238) für die Unterrichtsplanung der Lehrperson – soll eine Vernetzung *aller* Perspektiven evozieren und somit die Gefahr der Perspektivenaddition, die bei über- und untergeordneten Fragestellungen besteht, vermeiden. Damit dies gelingen kann, muss die KSW-Frage u. E. so gewählt werden, dass sie folgenden Kriterien (Abb. 2) entspricht:

⁸ *Kinder-Sachen-Welten* sind die drei zentralen Bezugspunkte des Sachunterrichts (vgl. Pech 2009): Grob skizziert, steht die Dimension „Kinder“ dabei für die Kindorientierung im Sachunterricht, wobei die Schüler*innen mit ihrem Vorwissen, ihren Vorerfahrungen und ihren Bedürfnissen im Vordergrund stehen. Die Schüler*innen setzen sich mit verschiedenen Lebens-„Welten“ auseinander und erschließen sich diese (zum Begriff der Lebenswelten siehe Fischer et al. (2022); zum Begriff des Erschließens siehe Gervé (2017) und Kahlert (2004)). In der Auseinandersetzung mit ihren (Lebens-)Welten setzen die Schüler*innen sich mit den „Sachen“ dieser (Lebens-)Welten im Sachunterricht auseinander.

Kriterium	Erläuterungen
Lebenswelten	Der Bildungsinhalt (vgl. Tänzler 2010; Trevisan 2019), auf den die KSW-Frage sich bezieht, sollte einerseits in den aktuellen Lebenswelten der Kinder und andererseits in ihren zukünftigen Lebenswelten eine Rolle spielen. Dies adressiert die Gegenwarts-/Zukunftsbedeutung des (Bildungs-)Inhaltes sowie die epochaltypischen Schlüsselprobleme (vgl. Klafki 2007). Die KSW-Frage sollte <i>aus der Perspektive der Kinder</i> wichtig sein, da sie sich auf ihre Interessen, Erfahrungen und Bedürfnisse bezieht.
Exemplarität	Die Erkenntnisse, die die Kinder durch die Beschäftigung mit der KSW-Frage und an diesem exemplarischen Bildungsinhalt gewinnen (Zusammenhänge, Strukturen, Regelmäßigkeiten, perspektivenbezogene und -übergreifende DAHs), sollten auf andere Themenbereiche oder (KSW-) Fragen übertragbar sein. Dies adressiert die Exemplarität und Fundamentalität des (Bildungs-)Inhaltes (vgl. Klafki 2007).
Kontroversität	Wie die übergeordnete Fragestellung begründet auch die KSW-Frage ein „ Spannungsfeld “ (Schmid et al. 2013: 9; Trevisan 2019: 52), das u. E. jedoch „Konfliktpotenzial“ mit sich bringen sollte. Bei der Beantwortung der KSW-Frage sollten die Kinder mit verschiedenen, teils konfligierenden individuellen Interessen konfrontiert werden. Die KSW-Frage sollte sich aus verschiedenen Perspektiven und nicht eindeutig beantworten lassen, da verschiedene Akteur*innen involviert sind. Dabei sollen ihre subjektiven Einstellungen, Interessen und Werte aufgegriffen werden, sodass im Lernprozess unterschiedliche, aber begründete Standpunkte expliziert (und schließlich auch eingenommen; s. u.) werden.
Vernetzung/Integration	<i>Alle</i> Perspektiven des Sachunterrichts müssen zur Lösung eines Problems bzw. zur Klärung der KSW-Frage systematisch miteinander vernetzt und so in Beziehung zueinander gesetzt werden, dass eine umfängliche (= vielperspektivische) Analyse und Beurteilung gefördert wird. Die KSW-Frage kann folglich nur „durch das Beiziehen von Wissensbeständen und methodischen Zugangsweisen unterschiedlicher fachlicher Perspektiven und/oder von Wissen betroffener Akteure befriedigend beleuchtet werden“ (Trevisan 2019: 42). Ein Teilaspekt davon ist es, die Leistungsfähigkeit der fachkulturbezogenen Perspektiven ebenso wie deren Grenzen für die Analyse und Beurteilung komplexer Probleme einschätzen zu lernen. Hier lässt sich u. E. nun auch die oben aufgeworfene Frage beantworten, wie genau das (zwangsläufige) Aufschließen der fachbezogenen Perspektiven bei der Bearbeitung der KSW-Frage zu realisieren ist: Die Näherung an die fachbezogenen Perspektiven erfolgt unter der KSW-Frage subsumiert. Bei ihrer Beantwortung geht es weniger um die Vermittlung kanonisierter Wissensbestände als um die „gemeinsame Suche nach möglichen Antworten“ (Trevisan 2019: 43) auf die KSW-Frage. Bei diesem Suchprozess rückt u. E. das Anwenden/Erkennens/Nutzen der perspektivbezogenen, insbesondere aber der perspektivenübergreifenden DAHs in den Vordergrund. Die Perspektiven werden also mittels perspektivenbezogener und -übergreifender Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen aufgeschlossen (vgl. Peschel et al. 2021: 247f.).

Abbildung 2: Kriterien an eine KSW-Frage (orientiert an Peschel et al. 2021 und Kihm et al. 2023)

3 Lithium-Ionen-Akkus (z. B. im Kontext von Elektromobilität) als Thema im Sachunterricht

Als Schlüsseltechnologie des 21. Jahrhunderts (Hüttl et al. 2010; Doppelbauer 2020) erlangte Elektromobilität auf Basis von Lithium-Ionen-Akkus in der Auseinandersetzung mit der Klimakrise und ihrer Folgen sowie vor dem Hintergrund der Endlichkeit fossiler Energieträger immer mehr an Bedeutung (vgl. Buberger et al. 2022). Eine gesellschaftlich und medial – mit Blick auf die Pariser Klimaschutzziele – besonders breit geführte Diskussion (vgl. Quaschnig 2021: 365) ist die Ablösung von Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor (in der Patentliteratur auch als „Brennkraftmaschine“ bezeichnet, nachfolgend kurz „Verbrennerautos“) durch Elektroautos – zugespitzt formuliert: „das Verbot der Verbrennerautos“.⁹

⁹ Der Verbrennungsmotor ist eine Wärmekraftmaschine nach dem Prinzip der Verbrennungskraftmaschine, die durch Verbrennung von Treibstoff (v. a. Erdöl) chemische Energie aus Atombindungen in mechanische Arbeit umwandelt.

Der kommerzielle Bildungsmarkt hat das gesellschaftliche Interesse und die gleichzeitige Kontroverse um Elektromobilität auf Basis von Lithium-Ionen-Akkus (versus „Verbrennungsmobilität“) bislang nur vereinzelt in didaktischen Materialien für den Sachunterricht aufgegriffen (vgl. Patzelt 2019; Pfister & Zettl 2021; Segmüller-Schwaiger 2022).¹⁰

3.1 Vorschlag einer Kinder-Sachen-Welten-Frage: Sollten wir nur noch Autos mit (Lithium-Ionen-)Akkus fahren?

Historisch betrachtet existieren Fahrzeuge mit Elektromotor bereits seit dem 19. Jahrhundert (vgl. Thomes et al. 2013; Hanselka & Jöckel 2010), umso interessanter ist die Frage, warum diese Technologie erst jetzt wieder so stark im Fokus der breiten Öffentlichkeit steht.¹¹

Warum sich Elektroautos damals nicht gegen Verbrennungsaautos durchsetzen konnten (vgl. Arnold et al. 2010), lässt weitere perspektivische Betrachtungen relevant werden:¹²

- niedriger Ölpreis – sozialwissenschaftliche Perspektive,
- Reichweitenvorteil von Benzinern – technische Perspektive,
- Speicherung von Energie in chemischen Energieträgern (Öl als leicht handhabbare, recht gut zugängliche und beständige „Speicherform“ von Energie) – naturwissenschaftliche Perspektive,
- Versorgungssicherheit, Energieträger, Energietransport – sozialwissenschaftliche Perspektive,
- Abhängigkeit von Energie-Import-Export – geografische Perspektive.

Der prognostiziert weitersteigende Ölpreis spricht dafür, „dass der traditionelle Ansatz, Fahrzeuge mit fossilen, ölasierten Energieträgern zu betreiben, in Zukunft mehr und mehr durch alternative Antriebskonzepte ergänzt oder ersetzt wird“ (Hanselka & Jöckel 2010: 22) (*naturwissenschaftliche Perspektive; DAH NAWI 4: Konsequenzen aus naturwissenschaftlichen Erkenntnissen für das Alltagshandeln ableiten*).

Die gesteigerte Bedeutung der Thematik zeigt sich unter anderem in Forderungen der Bundesregierung, bis zum Jahr 2030 sieben bis zehn Millionen Elektrofahrzeuge in Deutschland „auf den Straßen zu haben“ (*sozialwissenschaftliche Perspektive*;

¹⁰ Dazu muss man anmerken, dass naturwissenschaftlich-technische Bezüge im Sachunterricht (verglichen mit historischen, geografischen, sozialwissenschaftlichen Bezügen) insgesamt unterrepräsentiert sind (vgl. Peschel 2014). Innerhalb der naturwissenschaftlichen Perspektive nehmen chemische Bezüge verglichen mit biologischen (dominant) und physikalischen Bezügen den geringsten Anteil ein (vgl. Altenburger 2014; Schroeder 2022).

¹¹ Dies bedient u. a. Aspekte, die in der historischen Perspektive adressiert werden (DAH HIST 1: Fragen nach Veränderungen menschlichen Zusammenlebens in der Zeit stellen).

¹² „Elektromotoren als automobiler Antriebe besitzen eine rund 190-jährige Tradition. Ihre Ursprünge, und zwar auf der Straße, der Schiene und dem Wasser, fallen unmittelbar mit der Praxistauglichkeit des Elektromotors in den 1830er-Jahren zusammen, technisch ergänzt in den 1850ern durch brauchbare Bleiakumulatoren und die Siemens'sche Entwicklung des dynamo-elektrischen Prinzips im Jahr 1866. Das Konzept ist damit älter als die mobile Anwendung von Verbrennungsmotoren. Mit ihnen fuhren erste Fahrzeuge in den 1860er-Jahren zu Wasser und zu Lande mit Hilfe des Lenoir'schen Gasmotors. Den Durchbruch schaffte das Konzept auf Basis des 1876 patentierten Ottomotors in Form der Fahrzeugkonstruktionen von Daimler und Benz aus den Jahren 1885/1886“ (Kampker et al. 2018: 3 f.).

DAH SOWI 3: Politisch urteilen).¹³ Der Bedeutungszuwachs lässt sich außerdem mit technischen Fortschritten hinsichtlich der Akkukapazität und damit Reichweite der Fahrzeuge begründen (*technische Perspektive*; DAH TE 3&4: Technik nutzen und bewerten) sowie aktuell unter den Fragen der Versorgungssicherheit aus anderen Staaten (*sozialwissenschaftliche Perspektive*; DAH SOWI 3: Politisch urteilen; DAH SOWI 2: Argumentieren sowie zwischen Einzelnen oder zwischen Gruppen mit unterschiedlichen Interessen und Bedürfnissen verhandeln) (Arnold et al. 2010).

Der Wunsch vieler Menschen, die eigenen umweltschädlichen Einflüsse zu minimieren, trägt zum erhöhten Absatz in der E-Autobranche und damit auch zu Veränderungen auf dem Arbeitsmarkt bei (*sozialwissenschaftliche Perspektive*; DAH SOWI 4: Ökonomische Entscheidungen begründen) (vgl. Buberger et al. 2022).

Durch die Aktualität des Themas und die Dringlichkeit der Auseinandersetzung mit regenerativen Energieformen und Mobilitätskonzepten, um der Klimakrise zu begegnen (vgl. Quaschnig 2021: 365), wird eine Relevanz für die gegenwärtigen und zukünftigen Lebenswelten der Kinder hergestellt (*Kriterium „Lebenswelten“, Bildungsrelevanz I*).

Elektroautos haben ökologische Vorteile im Vergleich zu Fahrzeugen mit Verbrennungsmotoren: Dazu zählen u. a. die geringere Luftverschmutzung und der Beitrag zur Verringerung der Treibhausgasemissionen (vgl. Buberger et al. 2022), sofern die Energie aus erneuerbaren Ressourcen (z. B. Wind- oder Solarkraft) „gewonnen“ wird (DAH NAWI 3: Naturphänomene auf Regelmäßigkeiten zurückführen). Über den ‚Lebenszyklus‘ gerechnet, haben Elektroautos bereits jetzt schon eine bessere CO₂-Bilanz, als dies bei Fahrzeugen mit Verbrennungsmotor der Fall ist (vgl. ebd.). Allerdings müssen die Umweltauswirkungen durch den Prozess der Batterieherstellung und -entsorgung berücksichtigt werden (*naturwissenschaftliche, technische und geographische Perspektive*).

Die Gewinnung und Verarbeitung von Rohstoffen (Lithium, Kobalt, Nickel, seltene Erden) für Batterien geht mit landschaftsverändernden Maßnahmen und Umweltauswirkungen, wie potenzieller Wasserverschmutzung und -knappheit in den Abbauregionen, einher (*geografische und naturwissenschaftliche Perspektive*; DAH GEO 4: Ordnungsmuster zu räumlichen Situationen und zu Natur-Mensch-Beziehungen aufbauen und weiterentwickeln). Sind die Arbeiter:innen in den Minen, in denen Rohstoffe für die Akkus abgebaut werden, nicht ausreichend geschützt oder angemessen bezahlt, entstehen weitere soziale Problematiken in den Förderländern (*sozialwissenschaftliche und geographische Perspektive*) – samt ethischen Fragestellungen. Nur bei ordnungsgemäßer Entsorgung der Batterien oder Recyclingprozessen zur Wiedernutzung der wertvollen Rohstoffe (Morche et al. 2013) und einer langen Nutzungsdauer der Elektrofahrzeuge ist die Umweltbilanz besser als bei Verbrennerfahrzeugen (Benzin oder Diesel). Gleichzeitig schreiten technische Entwicklungen voran, um z. b. chemische Akkus, Solarzellen und

13 [https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/eenergie-und-mobilitaet/nachhaltige-mobilitaet-2044132#:~:text=15%20Millionen%20E%2DAutos%20bis,die%20Bundesregierung%20mit%20einem%20Umweltbonus. \[17.10.2023\]](https://www.bundesregierung.de/breg-de/schwerpunkte/klimaschutz/eenergie-und-mobilitaet/nachhaltige-mobilitaet-2044132#:~:text=15%20Millionen%20E%2DAutos%20bis,die%20Bundesregierung%20mit%20einem%20Umweltbonus. [17.10.2023])

Elektroschrott effektiver zu machen (*technische Perspektive; DAH TE 3 und 4: Technik nutzen und bewerten*).

Solange die Anschaffungskosten für Elektroautos die der Verbrennerautos deutlich übersteigen, ergeben sich ohne finanzielle Unterstützungsmaßnahmen der Politik soziale Ungleichgewichte. Gäbe es nur noch Elektromobilität, wären Menschen, die auf individuelle Mobilitätslösungen angewiesen sind, finanziell benachteiligt oder ausgeschlossen (*sozialwissenschaftliche Perspektive; DAH SOWI 2: Argumentieren sowie zwischen Einzelnen oder zwischen Gruppen mit unterschiedlichen Interessen und Bedürfnissen verhandeln*) (Canzler 2010).

Vor einigen Jahren lag die Reichweite von Elektroautos meist nur bei ca. 150 km pro Ladevorgang (Backhaus et al. 2011). Hinzu kommt der notwendige Ausbau der Ladeinfrastruktur, um eine flächendeckende Versorgung mit elektrischer Energie und entsprechenden Ladesäulen zu gewährleisten. Der Unterschied zwischen städtischen und ländlichen Regionen, was Ladeinfrastruktur und Abhängigkeit von Individualverkehr angeht (*geografische und sozialwissenschaftliche Perspektive*), zeigt sich auch in der persönlichen „Betroffenheit“ der Kinder in der Auseinandersetzung mit der Frage und damit in der individuellen Beantwortung. Durch diese (lokale und globale) Komplexität der fachlichen Bezüge (Kriterium „Vernetzung/Integration“, Vielperspektivität I) und Kontroversität ergeben sich die unterschiedlichen Beantwortungsmöglichkeiten der Schüler:innen, die über ja/nein oder richtig/falsch-Entscheidungen hinausgehen (Kriterium „Kontroversität“, Vielperspektivität II; *DAH NAWI 4: Konsequenzen aus naturwissenschaftlichen Erkenntnissen für das Alltagshandeln ableiten*).

Die KSW-Frage, ob wir nur noch Autos mit (Lithium-Ionen-)Akkus fahren sollten, ist somit sehr komplex und nur individuell als Teil der Gesellschaft zu „beantworten“. Die KSW-Frage soll einen provozierenden und fachlich begründbaren Diskussionsprozess in Gang setzen und das Lernen an einem roten Faden durch die unterrichtliche Auseinandersetzung führen – mit dem vorläufigen Schluss einer eigenen Meinung, die wiederum zum Diskurs in der Klasse gestellt werden kann. Um zu dieser individuellen Antwort zu gelangen, müssen sich die Schüler:innen den vielfältigen fachlichen Bezügen über die perspektivenbezogenen DAHs nähern. Dabei liefert das chemische Lernen innerhalb der naturwissenschaftlichen Perspektive über die Auseinandersetzung mit dem Aufbau, den Bestandteilen sowie Vor- und Nachteilen der (Lithium-Ionen-)Akkus und den Unterschieden zwischen reversiblen Vorgängen (Auf- und Entladen des Akkus) und (nahezu) irreversiblen Vorgängen (Verbrennung von Treibstoff) einen zentralen Beitrag zur Beantwortung der KSW-Frage.

4 Fazit

Der Sachunterricht hat als vielperspektivisches und vernetztes Sachfach die Aufgabe, bereits in der Grundschule bildungswirksame Lernprozesse zu erzeugen (vgl. Köhlein 2012; Pech 2020), was u. E. nicht mit trivialen oder einfachen Näherungen an Sachverhalte geschehen kann (vgl. auch Schmid et al. 2013; Trevisan 2019). Vielmehr müs-

sen über die unterrichtliche Behandlung der Lebenswirklichkeit der Kinder *komplexe Themen* im Sachunterricht aufgegriffen werden – Themen, so komplex wie das Leben der Kinder in der Gesellschaft selbst (vgl. Michalik 2021; Billion-Kramer 2021).

Eine Möglichkeit, ein didaktisches Hilfsmittel, solche komplexen Fragen im Sachunterricht angehen zu können, ist die KSW-Frage, die es erlaubt, unter einem spezifischen Fokus lebensweltadressierend, provozierend, fachlich begründet und persönlichkeitsbildend vielschichtig, d. h. vielperspektivisch sich einer fachbasierten Meinung zu nähern (vgl. Peschel et al. 2021).

Dabei zeigt sich, dass chemische Aspekte der naturwissenschaftlichen Perspektive – und Chemie als Fachinhalt – eine wesentliche Rolle bei der Einschätzung spielen, ob wir nur noch Autos mit (Lithium-Ionen-)Akkus fahren sollten. Eine sozioökonomische Betrachtung oder eine historische Einschätzung kann nicht ohne die Bedeutung weiterer (geografischer, physikalischer, technischer und insbesondere chemischer) Fachlichkeiten erfolgen. Hierzu zählen auch die spezifischen DAHs, die in Bezug auf Chemie die gesamte naturwissenschaftliche Perspektive adressieren (s. Tab. 1). Die Näherung an alle Fachlichkeiten bzw. Teilaspekte erfolgt unter der KSW-Frage subsumiert, die dann wiederum die Perspektiven aufschließt. Dieses *Aufschließen* der Perspektiven erfolgt u. E. mittels perspektivenbezogener DAHs (vgl. Peschel et al. 2021: 247 f.). Die fachkulturbezogenen Perspektiven betonen „den *Anspruch der Sache*, der auf fachliche Bezüge verweist und damit einfordert, dass es im vielperspektivischen Sachunterricht auch um anspruchsvolle, anstrengende und lohnende Arbeit an Sachzusammenhängen geht“ (Thomas 2022: 271). Sie haben u. E. eine dienende Funktion als Kontrollinstanz für perspektivenvernetzende Themen: Die qualitative Prüfung, ob eben chemische Inhalte in der vielperspektivischen Aufarbeitung der KSW-Frage berücksichtigt wurden, zeigt, ob in den PVTs vernetzt und den fachlichen Ansprüchen genügend gearbeitet wurde.

Chemische Aspekte sind aber im Sachunterricht der Grundschule zumeist unterrepräsentiert (vgl. Peschel 2014; Schroeder 2022). Diesbezüglich kann die KSW-Frage mit ihrer fachlich basierten Kontroversität von Einschätzungen u. E. darin unterstützen, dass chemische Aspekte aufgrund ihrer Bildungsrelevanz (Exemplarität, Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung) eine zentralere Rolle spielen als bislang – insbesondere auch am Beispiel von Energie als perspektivenvernetzendem Themenbereich (vgl. Peschel 2016a).

Literatur

- Albers, Stine (2017): Bildung und Vielperspektivität im Sachunterricht – ein „inniges“ Verhältnis. *GDSU Journal* Juli, 11–20.
- Altenburger, Pia (2014): *Mehrebenenregressionsanalysen zum Physiklernen im Sachunterricht der Primarstufe: Ergebnisse einer Evaluationsstudie*. Berlin: Logos Verlag Berlin GmbH.
- Arnold, Hansjörg; Kuhnert, Felix & Kurtz, Ralf (2010): PwC-Studie_Elektromobilitaet_Herausforderungen.pdf. https://www.klimafonds.gv.at/wp-content/uploads/sites/16/PwC-Studie_Elektromobilitaet_Herausforderungen.pdf [14.10.2023].
- Backhaus, Oliver; Döther, Henning & Heuper, Thomas (2011): *Elektroauto Milliardengrab oder Erfolgsstory?* Essen: MA Akademie Verlags- und Druck-Gesellschaft mbH.
- Bertschy, Franziska; Gysin, Stefanie & Künzli David, Christine (2016): „*Alles eine Frage der Sache?*“ – NMG-Unterricht kompetent planen. *Überlegungen und Studienmaterialien für die Lehrerinnen- und Lehrerbildung*. Zürich: Stiftung Mercator Schweiz.
- Bertschy, Franziska & Künzli David, Christine (2021): Inter- und transdisziplinär konstituierter Sachunterricht – vorhandene Deutungsmuster irritieren und neue zugänglich machen. In: T. Billion-Kramer (Hrsg.): *Wirksamer Sachunterricht (Unterrichtsqualität: Perspektiven von Expertinnen und Experten)*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, 26–39.
- Billion-Kramer, Tim (2021): Wirksamer Sachunterricht. Versuch einer Synopse. In T. Billion-Kramer (Hrsg.): *Wirksamer Sachunterricht (Unterrichtsqualität: Perspektiven von Expertinnen und Experten)*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, 215–24.
- Buberger, Johannes; Kersten, Anton; Kuder, Manuel; Eckerle, Richard; Weyh, Thomas & Thiringe (2022): Total CO₂-equivalent life-cycle emissions from commercially available passenger cars. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 159, 112–158. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112158>
- Canzler, Weert (2010): Mobilitätskonzepte der Zukunft und Elektromobilität. In R. F. Hüttl, B. Pischetsrieder & D. Spath (Hrsg.): *Elektromobilität. Potenziale und wissenschaftlich-technische Herausforderungen*. acatech DISKUTIERT. Berlin, Heidelberg: Springer, 21–38.
- Doppelbauer, Martin (2020): *Grundlagen der Elektromobilität: Technik, Praxis, Energie und Umwelt*. 1. Aufl. 2020 Edition. Wiesbaden, Heidelberg: Springer Vieweg. https://doi.org/10.1007/978-3-658-29730-5_1
- Fink, Elke (2017): Von Pulverdetektiven zu Sprudelgasexperten – Eigenschaften von Stoffen und Stoffumwandlungen als Unterrichtsthema. In H. Giest (Hrsg.): *Die naturwissenschaftliche Perspektive konkret*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 91–107.
- Fischer, Marie; Kunz, Christian; Liebig, Mark; Weber, Anke & Peschel, Markus (2022): (Lebens-)Welt als Ausgangspunkt und Zieldimension des Sachunterrichts und des Anfangsunterrichts. In: M. Gutzmann & U. Carle (Hrsg.): *Anfangsunterricht – Willkommen in der Schule!*. Frankfurt am Main: Grundschulverband e.V., 248–263.
- GDSU 2013. *Perspektivrahmen Sachunterricht*. vollst. überarb. und erw. Ausgabe. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

- GDSU 2002. *Perspektivrahmen Sachunterricht*. vollst. überarb. und erw. Ausgabe. Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Gervé, Friedrich (2022): Sachunterricht in der Informationsgesellschaft. In A. Becher et al. (Hrsg.): *Sachunterricht in der Informationsgesellschaft*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 17–30. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0111-pedocs-241980> [15.01.2023].
- Gervé, Friedrich (2017): Welt erschließen: zum didaktischen Ort digitaler Medien im Sachunterricht. *Haushalt in Bildung & Forschung* 6, 2, 36–51. <https://doi.org/10.3224/hibifo.v6i2.04>
- Giest, Hartmut (2017): Einleitung. In H. Giest (Hrsg.): *Die naturwissenschaftliche Perspektive konkret*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 9–12.
- Giest, Hartmut; Hartinger, Andreas & Tänzer, Sandra (2017): Editorial. In H. Giest, A. Hartinger & S. Tänzer (Hrsg.): *Vielperspektivität im Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 9–13.
- Goll, Thomas & Goll, Eva-Maria (2021): Wirksamer Sachunterricht als gelingender Umgang mit der Herausforderung fachlicher Vielfalt. In T. Billion-Kramer (Hrsg.): *Wirksamer Sachunterricht (Unterrichtsqualität: Perspektiven von Expertinnen und Experten)*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, 62–71.
- Hacking, Ian (1996): *Einführung in die Philosophie der Naturwissenschaften*. Stuttgart: Reclam.
- Hanselka, Holger & Jöckel, Michael (2010): Elektromobilität — Elemente, Herausforderungen, Potenziale. In: R. F. Hüttl, B. Pischetsrieder & D. Spath (Hrsg.): *Elektromobilität. Potenziale und wissenschaftlich-technische Herausforderungen*. acatech DISKUTIERT. Berlin, Heidelberg: Springer, 21–38. https://doi.org/10.1007/978-3-642-16254-1_2
- Hartinger, Andreas & Lange, Kim (2014): Zur Geschichte und Konzeptionierung des Faches. In *Fachdidaktik für die Grundschule: Sachunterricht*. Berlin: Cornelsen Scriptor, 6–17.
- Heseker, Helmut; Dankers, Rhea & Hirsch, Julia (2019): *Ernährungsbezogene Bildungsarbeit in Kitas und Schulen (ErnBildung)*. Schlussbericht für das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (Förderkennzeichen 2816HS006). Paderborn: Institut für Ernährung, Konsum und Gesundheit.
- Heymann, Hans W. (1996): Allgemeinbildung und Mathematik.
- Höttecke, Dietmar & Rieß, Falk (2015): Naturwissenschaftliches Experimentieren im Lichte der jüngeren Wissenschaftsforschung – Auf der Suche nach einem authentischen Experimentbegriff der Fachdidaktik. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 21, 1, 127–139. <https://doi.org/10.1007/s40573-015-0030-z>
- Hüttl, Dieter; Spath, Bernd & Pischetsrieder, Reinhard F. (2010): *Elektromobilität – Potenziale und wissenschaftlich-technische Herausforderungen*. 1. Aufl. Berlin, Heidelberg: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-16254-1>
- Kahlert, Joachim (2022): *Der Sachunterricht und seine Didaktik*. UTB. <https://doi.org/10.36198/9783838558585>
- Kahlert, Joachim (2004): Lebenswelten erschließen. A. Kaiser & D. Pech (Hrsg.): *Basiswissen Sachunterricht*. 2. Neuere Konzeptionen und Zielsetzungen im Sachunterricht, 32–41.

- Kaiser, Astrid (2014): *Neue Einführung in die Didaktik des Sachunterrichts*. 5., unveränd. Aufl. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Kampker, Achim; Vallée, Schnettler; Thomas, Paul; Kasperk, Garnet; Brost, Waldemar; Deutskens, Christoph; Kreisköther, Kai; Fluchs, Sarah; Förstmann, Ruben; Nee, Carsten; Meckelnborg, Alexander & Drauz, Ralf (2018): Grundlagen. In A. Kampker, D. Vallée & A. Schnettler (Hrsg.): *Elektromobilität: Grundlagen einer Zukunftstechnologie*. Berlin, Heidelberg: Springer, 3–85. https://doi.org/10.1007/978-3-662-53137-2_2 [17.10.2023].
- Kihm, Pascal; Fischer, Marie & Peschel, Markus (2023): „Macht Haribo Kinder froh?“ – mittels einer Kinder-Sachen-Welten-Frage (KSW-Frage) den Themenbereich „Gesunde Ernährung“ erschließen. In Frankfurt am Main: Grundschulverband e.V.
- Klafki, Wolfgang (2007): *Neue Studien zur Bildungstheorie und Didaktik: Zeitgemäße Allgemeinbildung und kritisch-konstruktive Didaktik*. 6. Auflage. Weinheim Basel: Beltz.
- Köhnlein, Walter (2011): Die Bildungsaufgaben des Sachunterrichts und der genetische Zugriff auf die Welt. *GDSU e.V. GDSU-Journal* 1.
- Köhnlein, Walter (2012): *Sachunterricht und Bildung*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, Julius.
- Köhnlein, Walter (1999): Vielperspektivisches Denken – eine Einleitung. In W. Köhnlein, B. Marquardt-Mau & H. Schreier (Hrsg.): *Vielperspektivisches Denken im Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 9–24.
- Köhnlein, Walter; Marquardt-Mau, Brunhilde & Duncker, Ludwig (2013): Vielperspektivität. *widerstreit-sachunterricht*.
- Künzli David, Christine; Gysin, Stefanie & Bertschy, Franziska (2016): Sachunterricht als inter- und transdisziplinär konstituiertes Fach. Ansprüche an die Unterrichtsgestaltung und Überlegungen im Hinblick auf die Lehrerinnen- und Lehrerbildung. *Beiträge zur Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 34(3), 305–316. <https://doi.org/10.36950/bzl.34.2016.9493>
- Lange, Jochen (2017): *Schulische Materialität. Empirische Studien zur Bildungswirtschaft*. Berlin: De Gruyter Oldenbourg. <https://doi.org/10.1515/9783110522129>
- Lauterbach, Roland (2017): Vielperspektivität – ein Beitrag zur Identitätsfindung der Didaktik des Sachunterrichts. In H. Giest, A. Hartinger & S. Tänzer (Hrsg.): *Vielperspektivität im Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 13–27.
- Marquardt-Mau, Brunhilde (2004): Ansätze zur Scientific Literacy. Neue Wege für den Sachunterricht. In: A. Kaiser & D. Pech (Hrsg.) *Neuere Konzeptionen und Zielsetzungen im Sachunterricht*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, 67–83.
- Mathis, Christian & Duncker, Ludwig (2017): Perspektivenwechsel als didaktische Kategorie – Zur Qualität von Lehrwerken für den Sachunterricht. In: H. Giest, A. Hartinger & S. Tänzer (Hrsg.) *Vielperspektivität im Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 66–74.
- Mathis, Christian; Siepmann, Katja & Duncker, Ludwig (2015): Anregungen zum Perspektivenwechsel – Eine Pilotstudie zur Unterrichtsqualität. <http://hdl.handle.net/11654/23365> [06.10.2023].

- Michalik, Kerstin (2021): Wirksamer Sachunterricht ist bildungswirksamer Sachunterricht. In: T. Billion-Kramer (Hrsg.). *Wirksamer Sachunterricht (Unterrichtsqualität: Perspektiven von Expertinnen und Experten)*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, 131–142.
- Morche, Dirk; Schmitt, Fabian; Genuit, Klaus; Elsen, Olaf; Kampker, Achim & Friedrich, Bernd (2013): Fahrzeugkonzeption für die Elektromobilität. In A. Kampker, D. Vallée & A. Schnettler (Hrsg.): *Elektromobilität: Grundlagen einer Zukunftstechnologie*. Berlin, Heidelberg: Springer, 149–234. https://doi.org/10.1007/978-3-642-31986-0_5 [14.10.2023].
- Nießeler, Andreas (2020): *Kulturen des Sachunterrichts: Bildungstheoretische Grundlagen und Perspektiven der Didaktik*. Schneider Verlag GmbH.
- Osborne, Jonathan (2014): Scientific Practices and Inquiry in the Science Classroom. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Hrsg.): *Handbook of Research on Science Education, Volume II*. London: Routledge.
- Patzelt, Susanne (2019): Elektroautos und E-Mobilität. Warum sprechen alle davon? <https://www.cornelsen.de/produkte/elektroautos-und-e-mobilitaet-warum-sprechen-alle-davon-arbeitsblatt-mit-loesungen-1100014383>.
- Pech, Detlef (2009): Sachunterricht – Didaktik und Disziplin. Annäherungen an ein Sachlernverständnis im Kontext der Fachentwicklung des Sachunterrichts und seiner Didaktik. www.widerstreit-sachunterricht.de [15.01.2023].
- Pech, Detlef (2020): Tragfähige Grundlagen: Sachunterricht. In: U. Hecker, M. Lassek & J. Ramseger (Hrsg.): *Kindern lernen Zukunft. Anforderungen und tragfähige Grundlagen*. Frankfurt am Main: Grundschulverband e.V., 158–167.
- Pech, Detlef & Rauterberg, Marcus (2013): Auf den Umgang kommt es an. ‚Umgangswesen‘ als Ausgangspunkt einer Strukturierung des Sachunterrichts. Skizze der Entwicklung eines „Bildungsrahmens Sachlernen.“ *Beiheft 5 von www.widerstreit-sachunterricht.de*.
- Peschel, Markus (2016a): Energie als perspektivenvernetzender Themenbereich im Sachunterricht. In: C. Maurer (Hrsg.) *Authentizität und Lernen – das Fach in der Fachdidaktik*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. 36; Jahrestagung/Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. 2015. Regensburg: Universität Regensburg, 373–375.
- Peschel, Markus; Fischer, Marie; Kihm, Pascal & Liebig, Mark (2021): Fragen der Kinder – Fragen der Schule – Fragen an die Sache. Die Kinder-Sachen-Welten-Frage (KSW-Frage) als Element einer neuen Lernkultur im Sinne der didaktischen Inszenierung eines vielperspektivischen Sachunterrichts. In: M. Peschel, hg. *Kinder lernen Zukunft: Didaktik der Lernkulturen*. Frankfurt am Main: Grundschulverband e.V., 231–250. <https://publikationen.sulb.uni-saarland.de/handle/20.500.11880/33499> [15.01.2023].
- Peschel, Markus (2014): Individuelle Förderung beim naturwissenschaftlichen Lernen im Sachunterricht der Grundschule. *Zeitschrift für Grundschulforschung*, 7(2), 146–160.
- Peschel, Markus (2021): Lernkulturen und Didaktik. Etablierung einer lernorientierten Didaktik über den Lern- und Kulturbegriff. In: M. Peschel (Hrsg.) *Didaktik der Lernkulturen*. Frankfurt am Main: Grundschulverband e.V., 7–30.

- Peschel, Markus (2016b): Offenes Experimentieren – Individuelles Lernen. Aufgaben in Lernwerkstätten. In: H. Hahn, I. Esslinger-Hinz & A. Panagiotopoulou (Hrsg.) *Paradigmen und Paradigmenwechsel in der Grundschulpädagogik*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, 120–129.
- Peschel, Markus; Bützow, Amelie; Fischer, Marie; Hoffmann, Anna; Hoffmann, Susanne; Kihm, Pascal; Lindow, Angela; Meisberger, Chiara; Strohmeier, Marion; Valeske, Luisa; Weber, Björn; Werle, Julia & Werner, Emelie (2020): „Sachunterricht und Bildung“. Eine Theorie des Sachunterrichts?! Erweiterte Rezension des Werkes von W. Köhnlein – mit Kommentaren von W. Köhnlein. *www.widerstreit-sachunterricht.de* Nr. 25.
- Pfister, Petra & Zettl, Christiane (2021): *Lernwerkstatt Mobilität & Verkehr: Verkehr früher, heute und in der Zukunft*. 1. Auflage. KOHL VERLAG Der Verlag mit dem Baum.
- Quaschnig, Volker (2021): *Erneuerbare Energien und Klimaschutz: Hintergründe – Techniken und Planung – Ökonomie und Ökologie – Energiewende*. Carl Hanser Verlag GmbH Co KG. <https://doi.org/10.1007/978-3-446-46868-9>
- Ramseger, Jörg (2013): Experimente, Experimente! Was lernen Kinder im naturwissenschaftlichen Unterricht? In: H. Köster, F. Hellmich & V. Nordmeier (Hrsg.): *Handbuch Experimentieren*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, 83–90.
- Rauterberg, Marcus (2013): „Naturbildung in der Frühpädagogik“. In: M. Rauterberg & S. Schumann (Hrsg.): *Umgangsweisen mit Natur(en)*. Beiheft 9, 33–46.
- Schaake, Steffen (2011): *Die Natur der Naturwissenschaften verstehen lernen: historische, gesellschaftliche und kulturell relevante Stationen für den Chemieunterricht*. Kassel university press GmbH.
- Schmeinck, Daniela (2021): Sachunterricht kompetenzorientiert unterrichten – eine komplexe anspruchsvolle Aufgabe. In T. Billion-Kramer, *Wirksamer Sachunterricht (Unterrichtsqualität: Perspektiven von Expertinnen und Experten)*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, 187–196.
- Schmid, Kuno; Trevisan, Paolo; Künzli, David, Christine & Di Giulio, Antonietta (2013): Übergeordnete Fragestellung als zentrales Element eines Sachunterricht-Curriculums. In: M. Peschel & C. Mathis. *SaCHen unterriCHten. Beiträge zur Situation der Sachunterrichtsdidaktik in der deutschsprachigen Schweiz*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren, 41–53.
- Scholz, Gerold (2004): Offen, aber nicht beliebig. Materialien für den Sachunterricht. *www.widerstreit-sachunterricht.de*, (2), 1–13.
- Schroeder, René (2022): *Ungestört bei der Sache?: Eine Befragung von Lehrkräften an Grund- und Förderschulen zur Sachunterrichtspraxis unter Bedingungen des Förderschwerpunktes emotionale und soziale Entwicklung*. Julius Klinkhardt. <https://doi.org/10.35468/5943>
- Segmüller-Schwaiger, Silvia (2022): *Energie und Strom in der Grundschule: Vielfältige Arbeitsmaterialien und Experimente für den Sachunterricht in den Klassen 3 und 4*. 1. Auflage, Augsburg: Auer Verlag in der AAP Lehrerwelt GmbH.
- Steffensky, Mirjam (2022): Chemische Aspekte. In: J. Kahlert et al. (Hrsg.): *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts.*, 128–133.

- Tänzer, Sandra (2010): Unterrichtsthemen entwerfen. In: S. Tänzer & R. Lauterbach (Hrsg.) *Sachunterricht begründet planen: Bedingungen, Entscheidungen, Modelle*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 129–140.
- Thomas, Bernd (2022): Vielperspektivischer Sachunterricht. In: J. Kahlert et al. (Hrsg.) *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts.*, 269–276.
- Thomes, Paul; Kampker, Achim, Vallée, Dirk & Schnettler, Armin (2013): Grundlagen. In: A. Kampker, D. Vallée & A. Schnettler, hg. *Elektromobilität: Grundlagen einer Zukunftstechnologie*. Berlin, Heidelberg: Springer, 5–58. https://doi.org/10.1007/978-3-642-31986-0_2 [14.10.2023].
- Trevisan, Paolo (2019): Natur, Mensch, Gesellschaft – ein vielperspektivisches und integratives Fach. In: P. Trevisan & D. Helbling (Hrsg.): *Nachdenken und vernetzen in Natur, Mensch, Gesellschaft*. Bern: hep, 20–42.
- Trevisan, Paolo & Helbling, Dominik (2019): *Nachdenken und vernetzen in Natur, Mensch, Gesellschaft*. Bern: hep.