

## Wissenschaftliches Denken im Sachunterricht – eine Gegenüberstellung perspektivenübergreifender und perspektivenspezifischer Zugänge

*Jurik Stiller, Nina Skorsetz, Thorsten Kosler, Günther Laimböck und Detlef Pech*

*Primary science and social sciences (Sachunterricht) faces the challenge of orienting itself equally to the experiences and questions of the children and to the content-related and methodological offers of the sciences. Accordingly, the competence model of the GDSU (2013) contains a procedural dimension with ways of thinking, working and acting (DAH). It names specific and overarching elements for the perspectives of subject teaching. However, it is largely unclear to what extent the DAH must be formulated in a perspective-specific or cross-perspective manner, especially in light of the overarching goal of enabling the development of sustainable knowledge (e.g. Kahlert 2021). There are two different approaches to scientific thinking in "Sachunterricht". One, that treats it uniformly across all different domains (Klahr 2000; Kuhn 2014) and one, that proposes specific concepts for each domain (Gooding 1990; Netz 1999; Rheinberger 2007). Both approaches are being discussed in science education (Mayer 2007; Hammann 2007; Höttecke & Rieß 2015; Kind & Osborne 2017). In this article, the two variants of scientific thinking are contrasted for a future-oriented Science and social sciences in Primary School (Sachunterricht). We present approaches specific to the scientific (Kosler 2016) and the historical (Fenn 2018) perspective, as well as a topic-centered (Kahlert 2021) and a method-centered approach (Fischer et al. 2014) representing approaches independent from domains.*

### 1. Einleitung

Sachunterricht als junge Didaktik und Disziplin steht vor der Herausforderung, sich gleichermaßen an Erfahrungen und Fragen von Kindern sowie an inhaltlich-methodischen Angeboten der Fachwissenschaften zu orientieren. Entsprechend enthält das Kompetenzmodell der GDSU (2013) auch eine prozedurale Dimension mit Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen (DAH). Darin werden für die Fach-Perspektiven des Sachunterrichts spezifische und übergreifende Elemente benannt. Weitgehend ungeklärt ist jedoch, inwieweit die DAH perspektivenspezifisch oder -übergreifend formuliert werden müssen, vor allem vor dem Hintergrund des übergeordneten Ziels, den Aufbau tragfähigen Wissens zu ermöglichen (z. B. Kahlert 2008). Abzuwägen ist zwischen Ansätzen, die das wissenschaftliche Denken domänenübergreifend einheitlich beschreiben (Klahr 2000; Kuhn 2014) und denen, die für verschiedene Inhaltsgebiete jeweils spezifische Operationalisierungen formulieren (Gooding 1990; Netz 1999; Rheinberger 2006). Beide Ansätze werden in den Fachdidaktiken rezipiert (Mayer 2007; Hammann 2007; Höttecke & Rieß 2015; Kind & Osborne 2017). Im Beitrag werden für eine zukunftsfähige Sachunterrichtsdidaktik die beiden Zugänge wissenschaftlichen Denkens gegenübergestellt. Die Intention des Beitrags ist somit, die unterschiedlichen Ansätze in einem Beitrag zu fassen und eine Grundlage für eine weiterführende Diskussion auszugestalten. Als domänenspezifische Variante werden dabei je ein Zugang für die naturwissenschaftliche (Kosler 2016) und die historische (Fenn 2018) Perspektive vorgestellt, domänenübergreifend ein themenzentrierter (Kahlert 2009) und ein methodenzentrierter Zugang (Fischer et al. 2014). Diese werden jeweils anhand einer Konzeptualisierung ein-

geführt, mit empirischen Befunden der Kindheitsforschung in Zusammenhang gebracht und anschließend wird andiskutiert, welche Konsequenzen aus dem jeweiligen Zugang sich für Sachunterricht/Sachlernen/Perspektivität ergeben würden. Im Anschluss werden die vier Zugänge zusammenfassend diskutiert. Festzuhalten ist bereits an dieser Stelle, dass die domänenbezogenen Ansätze als „ausformulierter“ zu betrachten sind und die übergreifenden Ansätze auch außerhalb des Faches Sachunterricht nicht auf eine differenziert entfaltete Diskussion und empirisch geklärte Momente zurückgreifen können.

## 2. Wissenschaftliches Denken von Schüler\*innen im Sachunterricht

### 2.1. Domänenübergreifendes methodenzentriertes Kompetenzmodell wissenschaftlichen Denkens

#### *Konzeptualisierung wissenschaftlichen Denkens*

Das systematische Umgehen mit lebensweltlichen Phänomenen mit dem Ziel, sich die Welt zu erschließen und tragfähiges Wissen aufzubauen, ist „Kern“ des Sachunterrichts (Pech & Schomaker 2013; Pech 2020). Anhand der in unterschiedlichen Formen operationalisierten Facetten *Erschließen von Umwelt* (als Erweiterung von Erfahrungen), *Aufbau des Wissenschaftsverständnisses* (Entstehen von Wissen reflektieren) sowie *Entwicklung einer forschenden Haltung* (systematisierte Auseinandersetzung mit unterschiedlichen Sichtweisen auf Sachen der Welt; Pech & Schomaker 2013) offenbaren sich Ähnlichkeiten zu Konzepten wissenschaftlichen Denkens. Zahlreiche weitere Zugänge, die jeweils bereits für verschiedene Themenfelder des Sachunterrichts, für die Bezugsfächer und die Grundschule insgesamt etabliert sind, liegen vor: Exemplarisch

- Forschendes Lernen (Jähn 2019),
- Philosophieren mit Kindern (Michalik 2019),
- Bildungsrahmen Sachlernen/Umgangsweisen (Pech & Rauterberg 2008),
- Problemlösen/Scientific Literacy (Bybee & McCrae 2011),
- Erkenntnisgewinnungskompetenz/Scientific Inquiry (Stiller et al. 2016),
- Epistemologische Überzeugungen (Stiller et al. 2016; Grygier 2008; Schiefer et al. 2022) oder auch
- Scientific Reasoning/Computational Thinking (Fischer et al. 2014; Tedre & Denning 2016)

Allen ist ein Kern gemein, der Systematik – jedoch idealerweise eher iterativ als linear angelegt – mit sich bringt sowie Algorithmizität, indem Schritte des wissenschaftlichen Denkens sinnlogisch aufeinanderfolgen. Die konkreten Benennungen der Teilschritte unterscheiden sich naturgemäß stärker als die erkennbar zugrundeliegende Kompetenz.

Es soll hier jedoch ein erster Versuch unternommen werden, einen Ansatz abzuleiten, der alle Kernelemente abdecken hilft. Für den Sachunterricht bieten sich somit für einen engeren Begriff wissenschaftlichen Denkens

- das „naturwissenschaftliche Denken“ (GDSU 2013, 39),

- das „wissenschaftliche Denken in Zyklen“ (Hellmich & Höntges 2010, 71),
- der Forschungskreislauf (Marquardt-Mau 2004) oder auch
- das Wissenschaftsverständnis/der Erkenntniszirkel (Grygier 2008)

an, die jedoch starke Bezüge zu Inhalten und den Denk-, Arbeits- und Handlungsweisen der naturwissenschaftlichen Perspektive haben. Um auch anschlussfähig an Konzepte der übrigen Perspektiven zu bleiben, wäre ein weiterer Begriff wissenschaftlichen Denkens hilfreich, der etwa auf dem von Lauterbach (2007; vgl. auch Tänzer 2022) eingeführten Gefüge aufbaut.

### *Empirische Befunde*

Die Befundlage ist uneinheitlich: Die in und für die verschiedenen Perspektiven formulierten Varianten unterscheiden sich in den Details zu stark, als dass generalisierbar davon gesprochen werden kann, Kompetenzerwerb im Bereich wissenschaftlichen Denkens sei in der Grundschule (un)möglich. Mit starkem Bezug zu Arbeiten des internationalen Diskurses (McComas & Olson 1998; Osborne et al. 2003) berichtet Grygier (2008) von Evidenz für eine erfolgreiche Intervention zum Aufbau des Wissenschaftsverständnisses bei Viertklässler\*innen. Befunde von Tröbst, Hardy und Möller (2011), Robisch, Tröbst und Möller (2014) oder auch Grimm, Todorova und Möller (2020) legen ebenfalls nahe, dass wissenschaftliches Denken im dort so genannten *inquiry-orientierten* Sachunterricht angebahnt werden kann und für verschiedene Themenbereiche des Sachunterrichts finden sich entsprechende Befunde in Knörzer, Förster, Franz und Hartinger (2019).

### *Konsequenzen für den Sachunterricht und seine Didaktik*

Aufbauend auf der aktuellen Befundlage ist es möglich, die starken Vorbehalte zu entkräften, die befürchten, Kinder der Grundschule wären zum Aufbau metatheoretischer, fachmethodischer Kompetenzen nur begrenzt in der Lage. In der Konsequenz kann ein Kompetenzmodell zum wissenschaftlichen Denken im Sachunterricht der Grundschule gefordert werden. Im Sinne einer Antwort auf die Leitfrage kann eine Konzeptualisierung wissenschaftlichen Denkens in DAHs für Sachunterricht wie folgt erfolgen: Das engere als auch das weitere Begriffsverständnis wissenschaftlichen Denkens wird berücksichtigt, epistemologische Überzeugungen, Modellnutzung und praktische Fähigkeiten einbezogen

- praktische Fähigkeiten & Fertigkeiten (Mayer 2007)
- beobachten
- experimentieren
- nutzen von Modellen (Upmeier zu Belzen & Krüger 2010)
- entwerfen/erproben
- diskutieren
- epistemologische Überzeugungen/Natur der Wissenschaft (sic) (Schiefer et al. 2022)

Dieses Gefüge von Erkenntnisakten oder auch allgemeiner Umgangsweisen, die „abschließend“ den Zugang zu und die Erschließung von Sachen beschreiben helfen, dient im „Innenverhältnis“ der Integration des Faches durch einen weiteren, aber einheitlichen Begriff sachunterrichtlicher Bildung und schafft zudem im „Außenverhältnis“ ein Alleinstellungsmerkmal. Ein zentrales Bildungsziel des Faches (Welterschließung), aber konkret, domänenübergreifend und methodenzentriert operationalisiert, was gerade angesichts unbekannter Zukünfte eine erhebliche Erleichterung bei der Begründung der Beibehaltung des Faches und seines Anteiles an der Stundentafel gegenüber Verwaltung und Politik bietet. Im Kontext von summativer Erfassung in Bildungsforschung und bei Large Scale-Assessments kann auf Basis der oben genannten mögliche Konzeptualisierung wissenschaftlichen Denkens ein Konsens als (erfassbares) Lernziel folgen. Mit dem Blick auf internationale Diskurse und Fachrealitäten der Grundschule („primary science and social science“) gelingt es, Anschlussfähigkeit herzustellen.

## *2.2. Welterschließung als Anknüpfungspunkt für die domänenübergreifende themenzentrierte Konzeptualisierung von wissenschaftlichem Denken*

### *Konzeptualisierung wissenschaftlichen Denkens*

In Kahlerts Formulierung, dass Sachunterricht den Schüler\*innen ermöglichen solle „die Umwelt zielgerichtet zu erschließen“ (Kahlert 2022, 26), wird seine Vorstellung von einem aktiven Kind im Sinne des Konstruktivismus deutlich. Dabei geht er von den domänenübergreifenden Fragen und Themen der Kinder, also dem, was Kinder schon von der Welt wissen bzw. wie sie diese wahrnehmen, aus und stellt daran anschließend fachliche Anforderungen. Dazu benennt er vier Kriterien für qualitätsvolle, zielgerichtete Welterschließung, von denen mindestens zwei für eine Konzeptualisierung wissenschaftlichen Denkens genutzt werden können. Zum einen formuliert er „*Unterstützung von Verstehen*“ als Kriterium, bei dem zwischen Neuem und bereits Bekannten aktiv ein Zusammenhang konstruiert wird, so dass die Begebenheit oder das beobachtete Phänomen durch eine Deutung zu etwas wird. Zum anderen beschreibt er „*Förderung von Sachlichkeit*“ als grundlegendes Kriterium für welterschließenden Sachunterricht, bei dem geeignete Methoden und Arbeitsweisen angeboten werden, die zunehmend den eigenständigen Erwerb von Wissen und Können ermöglichen (ebd.). Unter *Sachlichkeit* versteht Kahlert dabei „die Fähigkeit, sich (im Dialog) in der Auseinandersetzung mit seiner Umwelt nicht nur von der Situation und den eigenen Erfahrungen lenken zu lassen, sondern auch von anderen tragbare und nachvollziehbare Gesichts- und Standpunkte einzubeziehen“ (Kahlert 2022, 25ff.). In seinen Ausführungen erscheinen somit Deutung und Dialog als geeignete zentrale Begriffe, um wissenschaftliches Denken domänenübergreifend zu konzeptualisieren.

### *Empirische Befunde*

Offen ist bisher jedoch, ob und inwiefern Kindern Phasen der Deutung und des Dialogs im Sinne wissenschaftlichen Denkens im Sachunterricht durchlaufen und wie diese zur Welterschließung der Schüler\*innen beitragen können. Im Rahmen des qualitativ angelegten Forschungsprojekts FASAN (Fachlichkeit im Sachunterricht in der Inklusion) entstanden

Videoaufnahmen von Sachunterricht, in denen fachlich dichte Stellen identifiziert, transkribiert und interaktionsanalytisch analysiert wurden (n. Krummheuer & Naujok 1999). In der Sequenz (s. Abb. 1) bearbeiten Gerald und Piet eine Aufgabe, bei der sie Verkehrsschilder notieren sollen, die ihnen im Straßenverkehr Hindernisse anzeigen. Sie haben dazu die Rückseite ihres Arbeitsheftes aufgeschlagen, auf der einige Verkehrszeichen abgebildet sind.

Ge:	ein frosch will mich angreifen wie denn? ich bin ein auto habe fenster zu wie will er da reinkommen, will er-
Pi:	was wenn er ein nagel in der hand hat und dann ((Ed blickt vom Schreiben auf zu Ge und lacht)) stecht er dein auto kaputt
Ge:	((lacht)) hä wie kann ein dings so machen ((Ge schlägt mit der Faust gegen die Wand)) der wird das nicht schaffen wenn dann wird er ein loch machen
Pi:	ja
Ge:	wie will er durch ein loch durch so ein kleinen kommen ((zeigt mit der linken Hand ein kleines Loch an, Ed schreibt in sein Heft)) der ist wenn dann so groß wie meine Hand ((dreht die geöffnete linke Hand langsam))
Pi:	nur so klein? ich habe gedacht der ist so? ((Pi hält die Hände vor sich als würde er einen Handball greifen, schaut dann was Ed schreibt)) achtung wieder...? - was steht da?
Ge:	achtung frösche]

Abb. 1 Transkriptausschnitt

Gerald scheint das Schild, das die Gefahrenstelle (StVO: Achtung, Amphibienwanderung möglich) anzeigt, so zu interpretieren, dass die Frösche eine Gefahr für ihn darstellen. Er fragt sich, wie die Tiere in sein (imaginäres) Auto eindringen können. Piet äußert daraufhin seine Vermutung, dass dieser ein Hilfsmittel (Nagel) haben könne. Gerald scheint davon nicht überzeugt und vermutet, dass dieser höchstens ein Loch in die Karosserie schlagen könnte, durch das der Frosch hindurchkriechen kann. Durch das gestische Visualisieren der Größe des Loches wird Piet angeregt, seine Vorstellung von der Größe des Frosches zu vergleichen.

Anknüpfend an die herausgearbeiteten Phasen des wissenschaftlichen Denkens in Form von Deutung und Dialog (Kahlert 2022) lässt sich beschreiben, dass die Kinder sich hier im Dialog ein Phänomen deutend erschließen, indem sie verschiedene Vermutungen gegeneinander abwägen (Gefährlichkeit eines Frosches, Größe des Frosches) und zu einem Ergebnis kommen. Der deutende Prozess des Dialogs wird in der abschließenden Notation im Aufgabenheft jedoch nicht abgebildet.

### *Konsequenzen für den Sachunterricht und seine Didaktik*

Der Transkriptabschnitt kann Hinweise geben, was es bedeutet, wenn themenzentriert und domänenübergreifend Welterschließung im Sachunterricht ermöglicht werden soll. Die von der Lehrkraft vorbereitete Aufgabe scheint eher im Sinne der Sicherheitserziehung angelegt, die Jungen erschließen sich jedoch mithilfe des Dialogs und gelangen zu ihrer eigenen Deutung der Bedeutung des Straßenschildes, die komplex erscheint, aber nicht mit der StVO übereinstimmt. Zur Unterstützung von Welterschließung scheint es somit sinnvoll, Arbeits-

weisen/Themen zu finden, die für Schüler\*innen interessant sind und die geeignet sind, Deutung und Dialog zu unterstützen und im Unterrichtsgeschehen sichtbar zu machen.

### *2.3. Domänenspezifisches wissenschaftliches Denken aus Sicht der Wissenschaftsforschung*

#### *Konzeptualisierung naturwissenschaftlichen Denkens*

Ein naheliegender Weg, um zu klären, was wissenschaftliches Denken ausmacht, besteht darin, die Resultate der Wissenschaftsforschung (Rheinberger 2007), also der Wissenschaftsphilosophie, -geschichte und -soziologie, dazu heranzuziehen. Seit den 1980er Jahren hat sich durch die programmatischen Arbeiten von Hacking (1983) und Latour und Woolgar (1979/1986) die Einsicht durchgesetzt, dass sich Naturwissenschaft nur dann angemessen verstehen lässt, wenn auch die Praktiken des Experimentierens in die Analyse mit einbezogen werden (Rheinberger 2007). Danach ist das Experimentieren nicht, wie Popper es konzipiert hatte, bloß ein Verfahren, mit dem Hypothesen überprüft werden, sondern das Experimentieren führt im Sinne Hackings ein Eigenleben und kann damit selbst Ausgangspunkt für die Genese neuen Wissens sein (Kosler 2017). Diese praktische Wende in der Wissenschaftsforschung wurde von Netz (1999) noch einmal generalisiert, indem er auch nicht-experimentelle Praktiken, wie die Praktiken der Nutzung von Diagrammen und Texten in der Geometrie, zum Gegenstand empirischer Forschung macht. Damit rekonstruiert er, wie neue Praktiken neue Erkenntnisse möglich machen. Insofern lassen sich wissenschaftliche Praktiken als kognitive Hilfsmittel verstehen, um neue Erkenntnisse zu gewinnen. Empirische Arbeiten der Wissenschaftsforschung zeigen, dass die wissenschaftlichen Praktiken häufig spezifisch für den Untersuchungsgegenstand sind und sich insofern stark auch innerhalb der Naturwissenschaften unterscheiden (Gooding 1990; Rheinberger 2001; Hentschel 2014).

Solche kognitiven Hilfsmittel können Begriffe sein: Bei der Untersuchung des Wachstums von Pflanzen z. B. sind es die Begriffe Wachstumsrate und Population oder bei der Untersuchung von Bewegungen die Begriffe Durchschnitts- und Momentangeschwindigkeit (Kosler 2016). Eine große Rolle spielen aber auch Repräsentationen in Form von Skizzen, die genutzt werden, um alle wesentlichen Aspekte eines Phänomens darzustellen. Das kann z. B. ein Querschnitt einer Trommel sein, um darüber nachdenken zu können, weshalb die Papierkügelchen auf der Trommel springen, wenn die Trommel angeschlagen wird. Das Denken kann dadurch konzentriert werden. Skizzen können Ideen über Zusammenhänge zwischen den Aspekten und für neue Experimente auslösen. Häufig ermöglicht es gerade die Kombination bestimmter Begriffe mit spezifischen Skizzen, Argumente für neue Zusammenhänge zu finden (Kosler 2016).

#### *Empirische Befunde*

Für die Sachunterrichtsdidaktik stellt sich die Frage, inwiefern und inwieweit Kinder im Grundschulalter zu einem solchen naturwissenschaftlichen Denken in der Lage sind und ob dies durch Unterricht gefördert und erweitert werden kann.

Dass Kinder aufgrund von experimentellen Aufbauten und eines Gesprächs darüber Begriffe bilden, mit denen sie die im Aufbau erzeugten Phänomene deuten und zu verstehen versuchen, hat Piaget in einer Vielzahl von Studien zu unterschiedlichen Gegenstandsgebieten gezeigt (vgl. Kosler 2016). Während Piaget (1947/2015) das Denken der Kinder entsprechend seiner Stufentheorie der kognitiven Entwicklung als Ausdruck eines bestimmten Entwicklungsgrades interpretiert hat, zeigen jüngere entwicklungspsychologische Arbeiten (Wilkening 2011), dass das Denken von Kindern nicht grundsätzlich defizitär gegenüber dem Denken Erwachsener ist und dass Kinder auch schon sehr früh in der Lage sind, mehrere Aspekte eines Phänomens systematisch denkend zu erfassen.

Die Forschungsgruppe von Lehrer und Schauble hat ausgehend von der Idee, die Arbeit mit Repräsentationen könne das Gespräch von Schüler\*innen untereinander und das Gespräch der Lehrperson mit der Klasse unterstützten (Lehrer et al. 2000) über 20 Jahre Studien in Grundschulklassen durchgeführt, in denen die Förderung naturwissenschaftlichen Denkens im oben skizzierten Sinne untersucht wurde (Lehrer & Schauble 2015).

Zwei eindruckliche Beispiele (Lehrer et al. 2000) seien hier kurz angedeutet: Anhand der Aufgabe, eine Rampe zu konstruieren, die ein Fahrzeug möglichst schnell macht, wurde untersucht, inwieweit Kinder ein Geschwindigkeitsverständnis aufbauen und inwieweit sie in der Lage sind, Skizzen des Aufbaus zu erstellen und damit zu argumentieren. Es stellte sich heraus, dass die Kinder vor dem Unterricht nie darüber nachgedacht hatten, wie sich Geschwindigkeit beschreiben lässt, da sie dachten, Geschwindigkeit sei etwas, was man einfach sehen könne. Der Wettstreit, welche Rampe denn die beste sei, führte die Kinder dazu, Geschwindigkeit als zurückgelegten Weg pro Zeit zu operationalisieren (was durch das Zur-Verfügung-Stellen von Lichtschranken auch messbar gemacht wurde). Zudem waren die Kinder in der Lage, ihre Rampen anhand von Skizzen zu repräsentieren und damit zu argumentieren, welche Faktoren die Fahrzeuge auf den Rampen schnell machen. Ein zweites Beispiel wurde in einer dritten Klasse zum Wachstum von Pflanzen durchgeführt. Zum einen waren einige Kinder in der Lage, die Steigung ihrer Wachstumsdiagramme selbstständig als Wachstumsrate (also als Geschwindigkeit des Wachstums) zu deuten und damit auch ihre eigene Annahme eines linearen Wachstums zu widerlegen. Zum anderen entwickelte die Klasse Ideen, wie sich alle Wachstumsdiagramme miteinander kombinieren ließen, um ein Gesamtergebnis zu bekommen, mit dem sich die Frage nach der Art und Weise des Wachstums beantworten ließe.

### *Konsequenzen für den Sachunterricht und seine Didaktik*

Naturwissenschaftliches Denken wurde in diesem Abschnitt als ein Denken erläutert, in dem das Arbeiten an den eigenen Begriffen und das Finden nützlicher Repräsentationen die Grundlage bilden, um das Denken zu konzentrieren und zu ordnen. So können Ideen über neue Zusammenhänge und Ideen für neue Versuche und schließlich neue Erkenntnisse gefunden werden.

Um ein solches naturwissenschaftliches Denken im Sachunterricht zu fördern, müssten also weitere Beispiele entwickelt werden, die genau dieses Wechselspiel zwischen Begriffsbildungen, Repräsentationsweisen und Versuchsideen ins Zentrum des Unterrichts stellen.

Kinder würden so in die Lage versetzt, neue Zusammenhänge eigenständig zu entdecken, indem sie sich die dafür nötigen kognitiven Hilfsmittel selbst erarbeiten.

Wenn dann auch in anderen Perspektiven des Sachunterrichts die kognitiven Hilfsmittel zur Entdeckung neuer Zusammenhänge ins Zentrum gestellt werden, werden Kinder in die Lage versetzt, die Eigenheiten, Vor- und Nachteile der verschiedenen Perspektiven zu vergleichen und in ihrem Nutzen für das Verstehen der Welt zu bewerten.

#### *2.4. Domänenspezifisches wissenschaftliches Denken aus Sicht der Geschichtsdidaktik*

##### *Konzeptualisierung historischen Denkens*

In der Geschichtsdidaktik ist man sich darüber einig, dass „Geschichte lernen“ etwas Anderes ist, als lediglich Fakten über die Vergangenheit auswendig zu lernen. Ziel soll sein, die Entwicklung eines „reflektierten und (selbst)reflexiven Geschichtsbewusstseins“ zu fördern (Buchberger 2021, 173f.). „Geschichtsbewusstsein“ gilt als unbestrittene „Leitkategorie“ oder „zentrale Kategorie“ (Jeismann 1990/2000) und als „Schlüsselbegriff“ (Rüsen 2001, 5). Dabei geht es um jene Bewusstseinstätigkeiten eines jeden Individuums, sich über sinnbildende Zeiterfahrung im Umgang mit den Zeitstufen Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft zu orientieren (Buchberger 2021). Nach Hans-Jürgen Pandel gestaltet sich das Geschichtsbewusstsein in insgesamt sieben Dimensionen aus, die in nachfolgender Grafik abgebildet sind (Pandel 2017).

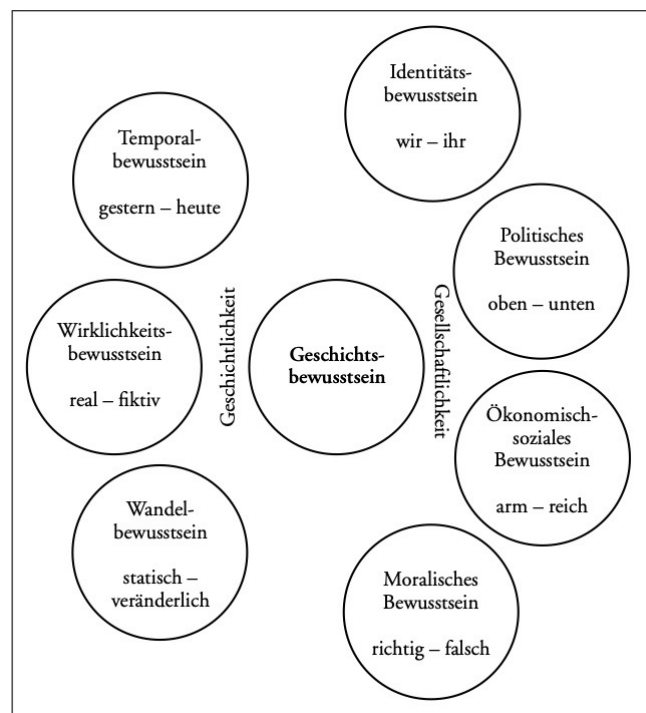


Abb. 2 Struktur und Dimensionen des Geschichtsbewusstseins (Pandel 2017, 137)

Der historische Denkprozess wird durch eine historische Frage in Gang gesetzt, die durch eine methodengeleitete Vorgehensweise beantwortet wird. Es werden Quellen recherchiert,



kritisch analysiert und interpretiert. Am Ende entsteht eine historische Narration. Die grundlegende Operation zu dieser Vorgehensweise ist die *ReKonstruktion*, umgekehrt handelt es sich bei der kritischen Auswertung einer schon vorhandenen Darstellung um die Basisoperation der *DeKonstruktion*. Die auf diese Weise gefundenen Antworten auf die ursprüngliche historische Frage sollen letztlich zur Orientierung in der historisch beeinflussten Welt beitragen. (Schreiber et al. 2007) Voraussetzung für methodengeleitete historische Lernprozesse ist zum einen die Klärung, was eine historische Quelle ist und welche Quellenarten es zu unterscheiden gibt, und zum anderen auch die begriffliche Unterscheidung zwischen Quelle und Darstellung (Hartmann 2019).

Jannet van Drie und Carla van Boxtel (2008) erstellten eine Rahmentheorie zum historical reasoning, in welcher substantive concepts und meta concepts zentral sind. Substantive concepts (first order concepts) umfassen Konzepte wie Macht und Herrschaft oder Termini wie Revolution. Meta concepts (second order concepts) hingegen meinen Konzepte über Quellen, Darstellungen, die historisch-kritische Methode samt Beweisführung und epistemologische Prinzipien. Neben diesen epistemologischen Basiskonzepten beziehen sich diese Metakonzepte auch auf historische Kernkonzepte wie Zeit, Dauer und Wandel, Ursachen und Folgen sowie Empathie. Die Bedeutung dieser Konzepte für die Entwicklung historischen Denkens ist heute allgemein anerkannt. Das Verstehen von Basiskonzepten wird als ein Aspekt von Wissen betrachtet. Gleichzeitig ist ihr Verständnis Voraussetzung und Ergebnis der Fähigkeit und der Bereitschaft zum historischen Denken und damit eng mit dem Erwerb entsprechender Kompetenzen verbunden (vgl. Fenn 2018). Es ist anzunehmen, dass die so genannten second order concepts wesentlich die historische Sinnbildung beeinflussen, da sie wie ein „Filter“ (Limón 2002, 281) wirken, durch den Unterrichtsinhalte aufgenommen werden. Wenn Schüler\*innen zum Beispiel davon ausgehen, dass Quellen klare Aussagen darüber machen, wie ein bestimmtes Ereignis passiert ist, erkennen sie kontroverse Aussagen in Quellen möglicherweise nicht, weil sie nicht erwarten, dass Quellen oft widersprüchliche Informationen enthalten (Streicher & Fenn 2018).

### *Empirische Befunde*

Generell lässt sich sagen, dass die Bandbreite der Vorstellungen zu historisch epistemologischen Basiskonzepten sehr groß ist (vgl. Fenn 2018). Nicht das Alter des Kindes, sondern die kognitive Struktur des Individuums ist entscheidend für das Denkniveau. Eine Erkenntnis, die seit 1995 in der Lernpsychologie vertreten wird (Sodian 1995; Krieger 2001), aber auch durch weitere geschichtsdidaktische Beobachtungen belegt und gestützt wird (vgl. Fenn 2018). Aktuelle empirische Studien (Becher & Gläser 2018; Zabold 2020) zeigen, dass Kinder in der Schuleingangsphase bereits über Voraussetzungen verfügen, die eine Förderung der Fähigkeit zum historischen Denken ermöglichen.

Stefanie Zabold fasst den aktuellen Forschungsstand zusammen, indem sie sagt, dass es um „eine kontinuierliche Förderung historischer Kompetenz von Anfang an“ geht (Zabold 2018, 54). Die Untersuchungen über Lernvoraussetzungen belegen, dass Grundschüler\*innen für entsprechende Lernprozesse ein erstes Verständnis für die Arbeitsweise von Historiker\*innen mitbringen und ihnen auch der Stellenwert von Quellen und Darstellungen

für den historischen Erkenntnisprozess bewusst ist. (Becher & Gläser 2018; Zabold 2020) Vor dem Hintergrund dieser Ergebnisse ist es daher umso erstaunlicher, dass Quellenarbeit im geschichtsbezogenen Sachunterricht nach wie vor offenbar eine untergeordnete Rolle einnimmt, wie es Studien aus Schulbuchanalysen und der Professionalisierungsforschung belegen (Becher 2021; Buchberger 2021).

### *Konsequenzen für den Sachunterricht und seine Didaktik*

Nach Dietmar von Reeken ist das Ziel für das historische Lernen im Sachunterricht zwar fachliches und damit auch propädeutisches Lernen (Reeken 2015). Jedoch geht es nach Klaus Bergmann auch um die Aufklärung der kindlichen Lebenswelt durch eine spezifisch historische Form der Erschließung der Wirklichkeit und die Förderung eines kritischen Umgangs mit uns umgebender Geschichtskultur (Bergmann 2015, 12f.). Dies soll zu einem reflektierten und reflexiven Geschichtsbewusstsein führen, das für die Identitäts- und Persönlichkeitsbildung der Kinder unverzichtbar ist (Reeken 2015). Ziel ist es, dass Kinder historisches Denken im Sachunterricht als „integralen Teil der menschlichen Lebenswelt und Denkpraxis kennen lernen“ sollen (Popp 2004, 39).

Die große Herausforderung besteht nun darin, Lehrwerke bzw. Lernumgebungen und -gelegenheiten so zu arrangieren, dass über Handlung das Denken der Schüler\*innen gefördert wird (Fenn 2018). „Die Auswahl von passenden Quellen und Darstellungen sowie Anleitungen für Lehrkräfte zur metakognitiven Gesprächsführung über den Erkenntnisprozess scheinen jedenfalls hierzu einen conceptual change anzustoßen“ (Fenn 2018, 31).

### **3. Diskussion**

Die vier vorgestellten Zugänge sind etabliert – und sie sind plausibel. Zumindest explizit, wenn sie im Kontext ihres fachlichen Entstehungskontextes gedacht werden. Wäre es möglich oder stellt eine Abweichung von diesen vorgestellten Zugriffen dar, die Förderung und Entwicklung wissenschaftlichen (oder vielleicht auch wissenschaftsbezogenen) Denkens aus einer Perspektive des Sachunterrichts und seiner Didaktik oder wohl eher des Sachlernens zu beschreiben? Für die hier vorgestellten Ansätze lässt sich durchgehend sagen, dass ihre Plausibilität auch empirisch begründet ist, wenngleich für keinen der Ansätze eine umfassende Evidenz zu konstatieren ist, wenn es um die Frage des Grundschulbezugs geht. Hinsichtlich des Sachunterrichts und seiner Didaktik bzw. des Sachlernens zeigt sich indes, dass sie in der Regel in das Fach hineingetragen und eben nicht aus einer übergreifenden Idee der Begegnung von Kind, Sache und Welt heraus entwickelt werden und dies auch in den domänenübergreifenden Ansätzen, denn auch diese finden ihre Bezüge und Orientierungen ja in den fachlichen Modellen.

Die Begegnung von Kind und Sache kann keine sein, bei der die Domänen bereits relevant sind. Sie erhalten ihre Relevanz über die Deutungen des Wahrgenommenen. Und eben dafür sind sie unverzichtbar - als Ziel, nicht als Ausgangspunkt. Die Relevanz von Fachlichkeit oder „tragfähigen Wissens“ als Zielgröße bleibt indes fundamental – eben nochmals mehr hinsichtlich der Aufgabe, in Zeiten von gesellschaftlich präsenter Wissenschaftsdistanz Fähigkeiten der Reflexion des Wissens und seiner Genese zu entwickeln. Eventuell wäre

Gertruds Becks Ansatz einer „Erwerbsforschung“ (Beck 2002), also der Frage danach, wie sich Sache und Welt bei und für Kinder konstituieren, weiterhin eine lohnende Perspektive, um eine Eigenständigkeit und Grundlegung kindlicher Zugänge zu entziffern, die fraglos bereichernd werden können auch für fachliche oder fächerverbindende Zugriffe. Dies könnte auch hilfreich sein für ein grundlegendes Problem, das bislang kaum beachtet wird: Die Grundlegung eines Wissenschaftsverständnisses egal in welcher und dazu in gleich einer Reihe von Disziplinen nebeneinander, ist eben nichts „Einfaches“, sondern Grundlegendes. Und Grundlegendes ist in der Regel in besonderer Weise komplex. Auch das würde dafür sprechen, sich tatsächlich auf die Wahrnehmung von Welt allgemein als Ausgangspunkt wissenschaftlichen Denkens auszurichten – nicht auf Disziplinen.

#### 4. Fazit

Eine Klärung der Bedeutung der DAH für den Sachunterricht ist nicht trivial, sie lässt sich aber plausibel sowohl domänenspezifisch als auch domänenübergreifend ableiten. Dafür liefern die vier vorgestellten Zugänge jeweils sehr unterschiedliche, aber durchgehend plausible Wege: Anhand einer Konzeptualisierung wissenschaftlichen, naturwissenschaftlichen und historischen Denkens, einem zugehörigen Blick auf empirische Befunde sowie ersten Konsequenzen für Sachunterricht und seine Didaktik. Darauf aufbauen können vergleichende Erörterungen theoretischer und praktischer Plausibilität und Anwendbarkeit, von Anwendungsfeldern und Möglichkeiten der Förderung entsprechender DAH sowie schlussendlich exemplarische und empirische Konkretisierungen an Themen des Sachunterrichts vollzogen werden. Eine Akzentuierung hinsichtlich der Frage, inwieweit nicht auch diese Diskussion die Eigenständigkeit und Komplexität einer Grundlegung im Sachlernen von Kindern aufgreifen und ausdifferenzieren müsste, dürfte zwingend sein.

#### Literatur

- Becher, A. & Gläser, E. (2018): Präkonzepte von Grundschulkindern zur historischen Methodenkompetenz. Zentrale Ergebnisse des Forschungsprojektes HisDeKo. In: Fenn, M. (Hrsg.): Frühes historisches Lernen. Projekte und Perspektiven empirischer Forschung. Geschichtsunterricht erforschen, Bd. 7. Frankfurt am Main, 75-88.
- Becher, A. (2021): Förderung Historischen Denkens in der Primarstufe. Domänenspezifische Kompetenzorientierung schriftlicher Lernaufgaben zum historischen Lernen im Sachunterricht. In: Buchberger, W. & Kühberger, C. (Hrsg.): Historisches Lernen in der Primarstufe. Standpunkte – Herausforderungen – Perspektiven. Innsbruck, Wien, 151-172.
- Beck, G. (2002): Erwerbsforschung als Desiderat der Sachunterrichtsforschung. In: Sache(n) des Sachunterrichts, Dokumentation einer Tagungsreihe 1997-2000. – Johann-Wolfgang-Goethe-Universität Frankfurt am Main, Fachbereich Erziehungswissenschaft, 135-144.
- Bergmann, K. (2015): „Papa, erklär‘ mir doch mal, wozu dient eigentlich die Geschichte?“ – Frühes Historisches Lernen in Grundschule und Sekundarstufe I. In: Bergmann, K. & Rohrbach, R. (Hrsg.): Kinder entdecken Geschichte. Theorie und Praxis historischen Lernens in der Grundschule und im frühen Geschichtsunterricht. Methoden Historischen Lernens. Schwalbach am Taunus, 8-31.
- Buchberger, W. (2021): Historisches Lernen mit Schulbüchern. In: Buchberger, W. & Kühberger, C. (Hrsg.): Historisches Lernen in der Primarstufe. Standpunkte - Herausforderungen - Perspektiven. Innsbruck, Wien, 173-200.

- Bybee, R. & McCrae, B. (2011): Scientific Literacy and Student Attitudes: Perspectives from PISA 2006 science. In: *International Journal of Science Education*, 33 (1), 7-26.
- Dric, J. van & Boxtel, C. van (2008): Historical Reasoning: Towards a Framework for Analyzing Students' Reasoning about the past. In: *Educational Psychology Review*, 20 (2) 87-110.
- Fenn, M. (2014): Mythen ade! - Conceptual Change im Geschichtsunterricht. In: *Public History Weekly*, 2 (12). <https://public-history-weekly.degruyter.com/2-2014-12/mythen-ade-conceptual-change-im-geschichtsunterricht/> [14.10.2022].
- Fenn, M. (2018): Conceptual change von Vorstellungen über epistemologische Basiskonzepte bei Grundschülerinnen und -schülern fördern? Ergebnisse einer explorativen Interventionsstudie. In: Fenn, M. (Hrsg.): *Frühes historisches Lernen. Projekte und Perspektiven empirischer Forschung. Geschichtsunterricht erforschen*, Bd. 7. Frankfurt am Main, 146-199.
- Fischer, F., Kollar, I., Ufer, S., Sodian, B., & Hussmann, H. (2014): Scientific Reasoning and Argumentation: Advancing an Interdisciplinary Research Agenda in Education. In: *Frontline Learning Research*, 2 (3), 28-45.
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) (2013): *Perspektivrahmen Sachunterricht. Vollständig überarbeitete und erweiterte Ausgabe*. Bad Heilbrunn.
- Gooding, D. (1990): *Experiment and the Making of Meaning: Human Agency in Scientific Observation and Experiment*. Science and Philosophy, Bd. 5. Dordrecht, Boston, London.
- Grimm, H., Todorova, M. & Möller, K. (2020): Schülervorstellungen in einem inquiry-orientierten Sachunterricht verändern - Besteht ein Zusammenhang mit der Förderung adäquaten Schlussfolgerns? In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 26 (1), 37-51.
- Grygier, P. (2008): *Wissenschaftsverständnis von Grundschulern im Sachunterricht*. Bad Heilbrunn.
- Hacking, I. (1983): *Representing and Intervening. Introductory Topics in the Philosophy of Natural Science*. Cambridge.
- Hartmann, C. (2019): *Lehrerprofessionalität im geschichtsbezogenen Sachunterricht. Fachdidaktisches Wissen, motivationale Orientierungen und Überzeugungen im Kontext der institutionalisierten Lehrerbildung. Empirische Forschung im Elementar- und Primarbereich*, Bd. 4. Bad Heilbrunn.
- Hellmich, F., & Höntges, J. (2010): Wissenschaftliches Denken in der Grundschule. In: Köster, H., Hellmich, F. & Nordmeier, V. (Hrsg.): *Handbuch Experimentieren*. Baltmannsweiler, 69-81.
- Hentschel, K. (2014): *Visual Cultures in Science and Technology. A Comparative History*. Oxford.
- Höttecke, D. & Rieß, F. (2015): Naturwissenschaftliches Experimentieren im Lichte der jüngeren Wissenschaftsforschung - Auf der Suche nach einem authentischen Experimentbegriff in der Fachdidaktik. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 21 (1), 127-139.
- Jähn, D. (2019): Zur Anbahnung Forschenden Lernens im Sachunterricht. In: Knörzer, M., Förster, L., Franz, U. & Hartinger, A. (Hrsg.): *Forschendes Lernen im Sachunterricht*. Bad Heilbrunn, 107-113.
- Jeismann, K.-E. (1990/2000): „Geschichtsbewusstsein“ als zentrale Kategorie der Didaktik des Geschichtsunterrichts. In: Jacobmayer, W. & Schönemann, B. (Hrsg.): *Karl-Ernst Jeismann. Geschichte und Bildung. Beiträge zur Geschichtsdidaktik und zur Historischen Bildungsforschung*. Paderborn, München, Wien, Zürich, 46-72.
- Kahlert, J. (2022): *Der Sachunterricht und seine Didaktik*. 5. Aufl. Bad Heilbrunn.
- Kind, P. & Osborne, J. (2017): Styles of Scientific Reasoning: A Cultural Rational for Science Education? In: *Science Education*, 101 (1), 8-31.
- Knörzer, M., Förster, L., Franz, U. & Hartinger, A. (Hrsg.) (2019): *Forschendes Lernen im Sachunterricht. Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts*, Bd. 29. Bad Heilbrunn.
- Kosler, T. (2016): *Naturwissenschaftliche Bildung im Elementar- und Primarbereich. Zum naturwissenschaftlichen Denken mit Kindern im Kontext einer nachhaltigen Entwicklung*. Bad Heilbrunn.

- Kosler, T. (2017): Naturwissenschaftliches Denken mit Kindern? Zur Diskussion um die Möglichkeit, Kinder im Elementar- und Primarbereich an naturwissenschaftliches Denken heranzuführen. In: [www.widerstreit-sachunterricht.de](http://www.widerstreit-sachunterricht.de), Nr. 23/Okttober, (8 Seiten).
- Krieger, R. (2001): Mehr Möglichkeiten als Grenzen. Anmerkungen eines Psychologen. In: Bergmann, K. & Rohrbach, R. (Hrsg.): *Kinder entdecken Geschichte. Theorie und Praxis historischen Lernens in der Grundschule und im frühen Geschichtsunterricht. Methoden Historischen Lernens*. Schwalbach am Taunus, 32-50.
- Krummheuer, G. & Naujok, N. (1999): *Grundlagen und Beispiele interpretativer Unterrichtsforschung. Qualitative Sozialforschung*, Bd. 7. Opladen.
- Kuhn, D. (2002): What is Scientific Thinking and How Does it Develop? In: Goswami, U. (Hrsg.): *Blackwell Handbook of Childhood Cognitive Development*. Blackwell Handbooks of Developmental Psychology. Oxford, 371-393.
- Latour, B. (2002): *Die Hoffnung der Pandora. Untersuchungen zur Wirklichkeit der Wissenschaft*. Bd. 1595. Frankfurt am Main.
- Latour, B. & Woolgar, S. (1979/1986): *Laboratory Life. The Construction of Scientific Facts*. Princeton, New Jersey.
- Lauterbach, R. (2007): Die Sachen erschließen. In: Kahlert, J., Fölling-Albers, M., Götz, M., Hartinger, A., Reeken, D. von & Wittkowske, S. (Hrsg.): *Handbuch Didaktik des Sachunterrichts*. Bad Heilbrunn, 448-460.
- Lehrer, R. & Schauble, L. (2015): The Development of Scientific Thinking. In: Liben, L. S. & Müller, U. (Hrsg.): *Cognitive Processes. Volume 2 of the Handbook of Child Psychology and Developmental Science*. Hoboken, 671-714.
- Lehrer, R., Schauble, L., Carpenter, S. & Penner, D. (2000): The Interrelated Development of Inscriptions and Conceptual Understanding. In: Cobb, P., Yackel, E. & McClain, K. (Hrsg.): *Symbolizing and Communication in Mathematics Classrooms. Perspectives on Discours, Tools, and Instuctional Design*, 325-360.
- Limón, M. (2002): Conceptual Change in History. In: Limón, M. & Mason, L. (Hrsg.): *Reconsidering Conceptual Change. Issues in Theory and Practice*. Dordrecht u.a., 259-289.
- Marquardt-Mau, B. (2004): Ansätze zur Scientific Literacy. Neue Wege für den Sachunterricht. In: Kaiser, A. & Pech, D. (Hrsg.): *Neuere Konzeptionen und Zielsetzungen im Sachunterricht*. Baltmannsweiler.
- Mayer, J. (2007). Erkenntnisgewinnung als wissenschaftliches Problemlösen. In Krüger, D. & Vogt, H. (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung*. Berlin, Heidelberg, 177-186.
- McComas, W. F., & Olson, J. K. (1998). The nature of science in international science education standard documents. In: McComas, W. F. (Hrsg.), *The nature of science in science education: Rationales and strategies*. Dordrecht, 41-52.
- Michalik, K. (2019): Philosophieren mit Kindern und Forschendes Lernen – Wirkungen philosophischen Fragens und Forschens auf fachliches Lernen In: Knörzer, M., Förster, L., Franz, U. & Hartinger, A. (Hrsg.): *Forschendes Lernen im Sachunterricht*. Bad Heilbrunn, 130-136.
- Netz, R. (1999): *The Shaping of Deduction in Greek Mathematics. A Study in Cognitive History*. Cambridge.
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., & Duschl, R. (2003). What “Ideas about Science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. In: *Journal of Research in Science Teaching*, 40 (7), 692-720.
- Pandel, H.-J. (2017): *Geschichtsdidaktik. Eine Theorie für die Praxis*. 2. Aufl. Schwalbach am Taunus.
- Pech, Detlef (2020): *Tragfähige Grundlagen: Sachunterricht*. In: Hecker, U., Lassek, M. & Ramseger, J. (Hrsg.): *Kindern lernen Zukunft. Anforderungen und tragfähige Grundlagen (=Beiträge zur Reform der Grundschule, Band 150)*. Frankfurt am Main, 158-167.

- Pech, D. & Rauterberg, M. (2009): Umgangsweisen von „früh bis spät“ - Skizze eines Bildungsrahmens Sachlernen. In: Lauterbach, R., Giest, H. & Marquardt-Mau, B. (Hrsg.): Lernen und kindliche Entwicklung. Elementarbildung und Sachunterricht (=Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts, Band 19). Bad Heilbrunn, 93-100.
- Pech, D. & Schomaker, C. (2013): Inklusion und Sachunterrichtsdidaktik – Stand und Perspektiven. In: Ackermann, K., Musenberg, O. & Riegert, J. (Hrsg.): Geistigbehindertenpädagogik. Disziplin – Profession – Inklusion. Oberhausen.
- Pech, D., Schomaker, C., Lüschen, I. & Kiewitt, N. (2012): Phänomenographische Untersuchungen für den Sachunterricht. In: Hellmich, F., Förster, S. & Hoya, F. (Hrsg.): Bedingungen des Lehrens und Lernens in der Grundschule. Bilanz und Perspektiven. Jahrbuch Grundschulforschung, Bd. 16. Wiesbaden, 221-228.
- Piaget, J. (1947/2015): Die Psychologie der Intelligenz. Schlüsseltexte in 6 Bänden. Herausgegeben und überarbeitet von Richard Kohler. Band 4. Stuttgart.
- Popp, S. (2004): Historisches Lernen im Perspektivrahmen Sachunterricht. In: Grundschule, 36 (7-8), 38-41.
- Reeken, D. von (2015): Historisches Lernen im Sachunterricht: Eine Einführung mit Tipps für den Unterricht. 5. Aufl. Baltmannsweiler.
- Rheinberger, H.-J. (2001): Experimentalsysteme und epistemische Dinge. Eine Geschichte der Proteinsynthese im Reagenzglas. Wissenschaftsgeschichte. Göttingen.
- Rheinberger, H.-J. (2007): Historische Epistemologie zur Einführung. Zur Einführung, Bd. 336. Hamburg.
- Rheinberger, H.-J. (2021): Spalt und Fuge: eine Phänomenologie des Experiments., Bd. 2343. Berlin.
- Robisch, C., Tröbst, S. & Möller, K. (2014): Hypothesenbezogene Schlussfolgerungen im Grundschulalter fördern. In: Zeitschrift für Grundschulforschung, 7 (2), 88-101.
- Rüsen, J. (2001): Einleitung: Geschichtsbewusstsein thematisieren – Problemlagen und Analysestrategien. In: Rüsen, J. (Hrsg.): Geschichtsbewusstsein. Psychologische Grundlagen, Entwicklungskonzepte, empirische Befunde. Köln, 1-13.
- Schiefer, J., Edelsbrunner, P. A., Bernholt, A., Kampa, N. & Nehring, A. (2022): Epistemic Beliefs in Science - A Systematic Integration of Evidence From Multiple Studies. In: Educational Psychology Review, 34 (3), 1514-1575.
- Schreiber, W., Körber, A., Borries, B. von, Krammer, R., Leutner-Ramme, S., Mebus, S., Schöner, A. & Ziegler, B. (2007): Historisches Denken. Ein Kompetenz-Strukturmodell (Basisbeitrag). In: Körber, A., Schreiber, W. & Schöner, A. (Hrsg.): Kompetenzen historischen Denkens. Ein Strukturmodell als Beitrag zur Kompetenzorientierung in der Geschichtsdidaktik. Neuried, 17-53.
- Sodian, B. (1995): Entwicklung bereichsspezifischen Wissens. In: Oerter, R. & Montada, L. (Hrsg.): Entwicklungspsychologie: ein Lehrbuch. 3. Aufl. Weinheim, 622-653.
- Stiller, J., Hartmann, S., Mathesius, S., Straube, P., Tiemann, R., Nordmeier, V., Krüger, D. & Upmeyer zu Belzen, A. (2016): Assessing scientific reasoning: a comprehensive evaluation of item features that affect item difficulty. In: Assessment & Evaluation in Higher Education, 41 (5), 721-732.
- Streicher, F. & Fenn, M. (2018): Modifikation von Präkonzepten über den Konstruktcharakter von Geschichte. Skizze einer explorativen Interventionsstudie in der Primarstufe. In: Fenn, M. (Hrsg.): Frühes historisches Lernen. Projekte und Perspektiven empirischer Forschung. Geschichtsunterricht erforschen, Bd. 7. Frankfurt am Main, 200-214.
- Tänzer, Sandra (2022): Die Sachen erschließen. In: Kahlert, J., Fölling-Albers, M., Götz, M., Hartinger, A., Miller, S. & Wittkowske, S. (Hrsg.): Handbuch Didaktik des Sachunterrichts. 3. überarb. Aufl. Bad Heilbrunn, 471-481.
- Tedre, M. & Denning, P. J. (2016): The long quest for computational thinking. Proceedings of the 16th Koli Calling Conference on Computing Education Research, 120-129.
- Tröbst, S., Hardy, I. & Möller, K. (2011): Die Förderung deduktiver Schlussfolgerungen bei Grundschulkindern in naturwissenschaftlichen Kontexten. In: Unterrichtswissenschaft, 39 (1), 7-20.

- Upmeyer zu Belzen, A. & Krüger, D. (2010): Modellkompetenz im Biologieunterricht. In: Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften, 16, 41-57.
- Wilkening, F. (2011): Children's Cognitive Algebra and Intuitive Physics as Foundations of Early Learning in the Sciences. In: Stein, N. L. & Raudenbush, S. W. (Hrsg.): Developmental Cognitive Science Goes to School. New York, 143-156.
- Zabold, S. (2018): Ausprägungen historischen Denkens vor dem ersten Geschichtsunterricht. In: Fenn, M. (Hrsg.): Frühes historisches Lernen. Projekte und Perspektiven empirischer Forschung. Geschichtsunterricht erforschen. Bd. 7. Frankfurt am Main, 53-74.
- Zabold, S. (2020): Vor dem ersten Geschichtsunterricht. Zur empirischen Erschließung des historischen Denkens junger Lernerinnen und Lerner. Frankfurt am Main.