

Lübke, Britta; Stangen, Ilse; Schwanewedel, Julia

Ertragen oder Verändern? Zum Umgang von Naturwissenschaftslehrer:innen mit Antinomien beim Forschenden Lernen

Zeitschrift für Bildungsforschung 16 (2026) 1, S. 209-230



Quellenangabe/ Reference:

Lübke, Britta; Stangen, Ilse; Schwanewedel, Julia: Ertragen oder Verändern? Zum Umgang von Naturwissenschaftslehrer:innen mit Antinomien beim Forschenden Lernen - In: Zeitschrift für Bildungsforschung 16 (2026) 1, S. 209-230 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-355549 - DOI: 10.25656/01:35554; 10.1007/s35834-025-00525-1

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-355549>

<https://doi.org/10.25656/01:35554>

in Kooperation mit / in cooperation with:



<https://info.oe-deepgreen.de>

Nutzungsbedingungen

Dieses Dokument steht unter folgender Creative Commons-Lizenz: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de> - Sie dürfen das Werk bzw. den Inhalt vervielfältigen, verbreiten und öffentlich zugänglich machen sowie Abwandlungen und Bearbeitungen des Werkes bzw. Inhaltes anfertigen, solange Sie den Namen des Autors/Rechteinhabers in der von ihm festgelegten Weise nennen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

This document is published under following Creative Commons-License: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.en> - You may copy, distribute and render this document accessible, make adaptations of this work or its contents accessible to the public as long as you attribute the work in the manner specified by the author or licensor.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.



Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Mitglied der


Leibniz-Gemeinschaft

Ertragen oder Verändern? Zum Umgang von Naturwissenschaftslehrer:innen mit Antinomien beim Forschenden Lernen

Britta Lübke  · Ilse Stangen  · Julia Schwanewedel 

Eingegangen: 5. Juni 2025 / Überarbeitet: 20. November 2025 / Angenommen: 21. November 2025 /
Online publiziert: 22. Dezember 2025
© The Author(s) 2025, modifizierte Publikation 2026

Zusammenfassung Im wissenschaftlichen Diskurs werden dem Ansatz des Forschenden Lernens im Kontext naturwissenschaftlicher Bildung zahlreiche Potenziale zugeschrieben. Doch trotz Evidenzen zu positiven Wirkungen auf Motivation und Interesse der Lernenden sowie auf Fähigkeiten kritischen Denkens oder akademische Leistungen von Schüler:innen und zahlreicher veröffentlichter Unterrichtskonzeptionen und -materialien hat das Forschende Lernen bisher wenig Eingang in den Regelunterricht gefunden. Eine ähnliche Diskrepanz zwischen wissenschaftlichem Diskurs und Unterrichtspraxis zeigt sich im Umgang mit Ungewissheit. Während Ungewissheit als zentrales und immanentes Moment Forschenden Lernens in den Naturwissenschaften beschrieben wird, wird sie in der Unterrichtspraxis oft nicht thematisiert oder gar gemieden. Mit dem Ziel sich den zugrundeliegenden Mechanismen dieser Diskrepanz anzunähern, geht die Studie über leitfadengestützte Einzelinterviews ($n=12$) der Frage nach, wie praktizierende Naturwissenschaftslehrer:innen mit den Anforderungen des Forschenden Lernens und den sich daraus ergebenden Ungewissheiten umgehen. Die entwickelte Grounded Theory zeigt, dass Lehrer:innen naturwissenschaftlicher Fächer bei der Realisierung Forschenden Lernens ein unauflösbares Spannungsverhältnis zwischen der Norm der Offenheit und der Zielorientierung erleben. Dieses ergibt sich zum einen aus der permanenten Gegenüberstellung Forschenden Lernens und sogenanntem normalen Unterricht. Zum anderen wurde deutlich, dass im Erleben der Lehrer:innen im Konzept des Forschenden Lernens in sich Spannungen angelegt sind. Die rekonstruierten Umgangsweisen der Lehrer:innen lösen das Spannungsverhältnis zwischen Offenheit und Zielorientierung in vielen Fällen vorläufig zu einem der Pole auf. Sie lassen sich dabei als eine Veränderung (I) der Sache, also dem Forschenden Lernen, (II) der Anderen,

✉ Britta Lübke · Ilse Stangen · Julia Schwanewedel
Fakultät für Erziehungswissenschaft, Didaktik der Biologie, Universität Hamburg,
Von-Melle-Park 8, 20146 Hamburg, Deutschland
E-Mail: britta.luebke@uni-hamburg.de

also der Schüler:innen bzw. dem System Schule, oder (III) der eigenen Person konzeptualisieren.

Schlüsselwörter Forschendes Lernen · Ungewissheit · Naturwissenschaftslehrer:innen · Antinomien · Grounded Theory

Endure or change? How science teachers deal with antinomies in inquiry-based learning

Abstract In scientific discourse, inquiry-based learning in science education is ascribed numerous potentials. However, despite scientific evidence of positive effects on the motivation and interest of learners, as well as on the critical thinking skills or academic performance of students and numerous published teaching concepts and materials, inquiry-based learning has not yet found its way into mainstream teaching. A similar discrepancy between academic discourse and teaching practice can be seen in dealing with uncertainty. While uncertainty is described theoretically as a central and inherent element of inquiry-based learning in sciences, it is often not addressed or even avoided in the classroom. With the aim of approaching the underlying mechanisms of this discrepancy, the study uses semi-structured interviews ($n=12$) to investigate how practicing science teachers deal with the requirements of inquiry-based learning and the associated uncertainties. The grounded theory developed shows that teachers of science subjects experience an irresolvable tension between the norm of openness and goal orientation when implementing inquiry-based learning. On the one hand, this results from the permanent juxtaposition of inquiry-based learning and so-called normal teaching. On the other hand, it became clear that, from the perspective of teachers, tensions are inherent in the concept of inquiry-based learning itself. In many cases, the teachers strategies temporarily resolve the tension between openness and goal orientation by focusing only on one of the two poles. All strategies can be conceptualized as a change (I) in the thing itself, i.e., inquiry-based learning, (II) in others, i.e., the students or the school system, or (III) in oneself.

Keywords Inquiry-based learning · Uncertainty · Science teachers · Antinomies · Grounded theory

1 Einleitung

Im wissenschaftlichen Diskurs werden Chancen und Potenziale des Forschenden Lernens (FL) an Universitäten, z. B. im Rahmen der Lehrer:innenbildung, und im naturwissenschaftlichen Unterricht an Schulen (z. B. Basten et al. 2020; Bruckermann et al. 2017; Mieg und Lehmann 2017; Reitinger 2013) diskutiert. Im Kontext naturwissenschaftlicher Bildung hat das Forschende Lernen (engl. inquiry-based learning) seine Wurzeln bei Dewey und Bruner und wurde zunächst vor allem als fruchtbarer Weg zum Erlernen naturwissenschaftlicher Inhalte verstanden. In

den vergangenen Jahrzehnten wurden die Potenziale Forschenden Lernens zunehmend im Aufbau wissenschaftsmethodischer sowie prozessbezogener Fähigkeiten und Fertigkeiten gesehen (Klahr 2000; Kuhn 2005). Im aktuellen Diskurs wird Forschendes Lernen überdies als Beitrag zur Potenzial- und Begabungsförderung (Buerk 2021; Höner und Schwanewedel 2023), zur Förderung sogenannter *higher order thinking skills* wie kritischem Denken oder Problemlösen (z.B. Antonio und Prudente 2024) oder als Ansatz für das Lernen über Nature of Science (Höttecke und Schecker 2021) konzeptualisiert. In den mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern hat Forschendes Lernen trotz vorliegender Evidenzen zu positiven Wirkungen und Lernwirksamkeit sowie zahlreicher vorliegender Unterrichtskonzeptionen und -materialien wenig Eingang in den Regelunterricht gefunden (z.B. Arnold 2015; Käpnick 2022; Höner und Schwanewedel 2023). Ungewissheit lässt sich dabei als zentrales Moment Forschenden Lernens beschreiben (Schwanewedel 2024). Während im theoretischen Diskurs Ungewissheiten als inhärentes Merkmal aller Wissenschaften und ihrer Erkenntnisprozesse (disziplinäre Ungewissheit) sowie von Unterricht (interaktionale und individuelle Ungewissheit) produktiv konzeptualisiert werden, zeigen empirische Arbeiten, dass Ungewissheiten im Unterricht häufig nicht thematisiert oder gar gemieden werden (Bähr et al. [im Druck](#)). Arbeiten zur Lehrer:innenbildung an Universitäten weisen bereits auf die zentrale Bedeutung der Dimensionen Gewissheit und Ungewissheit im Kontext Forschenden Lernens hin (z.B. Hinzke et al. 2023; Paseka et al. 2022). Dieser Beitrag untersucht, ausgehend von qualitativen Interviews mit praktizierenden Naturwissenschaftslehrer:innen, wie diese mit den Anforderungen des Forschenden Lernens und den sich daraus ergebenden Ungewissheiten umgehen. In der abschließenden Diskussion werden Implikationen für Lehrer:innenbildung, Schulpraxis und Forschung beleuchtet, die sich aus der entwickelten Grounded Theory zu den Deutungen und Umgangsweisen der Lehrer:innen mit erlebten Antinomien beim Forschenden Lernen ergeben.

2 Theoretischer Rahmen

2.1 Forschendes Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht

Die unterschiedlichen theoretischen Konzeptualisierungen Forschenden Lernens im Kontext naturwissenschaftlicher Bildung betonen die aktive Beteiligung der Schüler:innen an (natur-)wissenschaftlichen Praktiken, die Förderung kritischen Denkens und den Beitrag zur naturwissenschaftlichen Grundbildung. Es zielt im Kern darauf, Schüler:innen Arbeitstechniken, Erkenntnismethoden¹ und Merkmale der Naturwissenschaften zu vermitteln (Mayer 2007, zit. n. Olschewski et al. 2023, S. 2), zugleich

¹ Der Unterschied zwischen ‚Forschen‘ und ‚Forschendem Lernen‘ ist im schulischen Kontext grundlegend: Während wissenschaftliches Forschen vielfältige Praktiken umfasst (Knorr Cetina 1999), stellt Forschendes Lernen ein didaktisches Konstrukt dar, das ausgewählte Praktiken auf Lernprozesse überträgt (Reitinger 2013; Pedaste et al. 2015). Auch ‚Lernen‘ wird in der Schule nicht einheitlich konzeptualisiert, sondern je nach theoretischem Rahmen als Instruktion, Konstruktion oder ko-konstruktiver Prozess verstanden (Illeris 2018). Eine ausführliche theoretische Differenzierung kann hier aus Platzgründen nicht erfolgen.

aber auch fachliche Inhalte zu erlernen und ein vertieftes Verständnis wissenschaftlicher Prozesse zu entwickeln (Abrams et al. 2007). Forschendes Lernen soll den fachbezogenen Kompetenzerwerb fördern, indem es durch verschiedene Phasen des Forschens führt, die einen idealisierten Prozess naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung widerspiegeln: Orientierung, Konzeptualisierung (inkl. Fragestellung und Hypothesenbildung), Untersuchung (inkl. Erkundung, Planung, Durchführung, Datenauswertung), Schlussfolgerung (mit Hypothesenrückbezug) und Diskussion (mit Ergebnisreflexion/-kommunikation) (Pedaste et al. 2015; Reitinger 2013). Zudem eröffnet es die Möglichkeit einer kritischen Reflexion über Wissenschaft und deren gesellschaftlicher Bedeutung (Hodson 2014). Ein zentrales Element des Konzeptes ist die Variation der Offenheitsgrade, welche den Grad der Eigenständigkeit der Lernenden modulieren und von bestätigendem (confirmatory) über strukturiertes (structured) und geleitetes (guided) bis hin zu offenem (open) Forschenden Lernen reichen (Baur et al. 2022; Bell et al. 2005). Forschendes Lernen gilt erst dann als voll ausgeprägt, wenn es Offenheit ermöglicht, sodass Lernende eigene Fragestellungen entwickeln, Untersuchungen planen und Ergebnisse interpretieren können (Banchi und Bell 2008; Pedaste et al. 2015).

Auf empirischer Ebene wird Forschendes Lernen im Kontext naturwissenschaftlicher Bildung auf unterschiedlichen Ebenen und theoretischen Bezügen untersucht, so dass Ergebnisse häufig schwer vergleichbar sind (Rönnebeck et al. 2016). Dennoch zeigen Forschungsergebnisse, dass Ansätze Forschenden Lernens deutlich effektiver sein können als expositorische Unterrichtsmethoden und sich positiv auf Motivation, Interesse, Fähigkeiten kritischen Denkens und akademische Leistungen der Schüler:innen auswirken können (Antonio und Prudente 2024; Lazonder und Harmsen 2016; Schwartz et al. 2023). Der positive Einfluss auf akademische Leistungen zeigt sich vor allem, wenn es durch die Lehrer:innen im Sinne des Scaffoldings begleitet wird (Aditomo und Klieme 2019). Forschendes Lernen wirkt sich zudem ebenfalls besonders dann positiv auf Einstellungen zu Naturwissenschaften, Interesse und Motivation aus, wenn es angeleitet erfolgt (Kang und Keinonen 2018). Zudem kann es einen positiven Einfluss auf die Entwicklung prozessbezogener wissenschaftlicher Kompetenzen wie Beobachten, Hypothesenbildung oder Dateninterpretation haben (Aktamış et al. 2016).

Dass das Forschende Lernen bisher keinen flächendeckenden Eingang in den naturwissenschaftlichen Regelunterricht gefunden hat, hängt – so bisherige Erklärungen – u. a. mit Strukturbedarfen wie einem Mangel an (institutioneller) Unterstützung und Ressourcen (Kausar et al. 2024) sowie mit zeitlichen und curricularen Beschränkungen (Akuma und Callaghan 2019; Spronken-Smith et al. 2011) zusammen. Auf Seiten der Lernenden ist das Gelingen vor allem von Vorerfahrungen, Wissensstand sowie metakognitiven und selbstregulativen Fähigkeiten abhängig (z. B. Dah et al. 2024; Sam 2024). Dies bedeutet, dass Schüler:innen auf das Forschende Lernen vorbereitet werden bzw. dass es als Lernform selbst erlernt werden muss (Kirschner et al. 2006). Studien zeigen, dass Lehrer:innen umfassende Schulungen u. a. zur Anleitung des Forschenden Lernens und individuellen Begleitung von und Interaktion mit Schüler:innen benötigen, um dieses effektiv in den Unterricht zu integrieren (Sam 2024; Kausar et al. 2024). Studien zeigen darüber hinaus, dass gelingendes Forschendes Lernen mit dem eigenen Rollenverständnis zusammenhängt: Lehrer:innen,

die sich als *Fördernde* (facilitators) sehen, bevorzugen offene Lernformen, die die Autonomie der Lernenden fördern und sie unterstützen eigene Fragen zu entwickeln. Lehrer:innen, die sich eher als *Hirten* (shepherd) sehen, bevorzugen stärker gelenkte Ansätze, die die Selbstregulation der Schüler:innen einschränken (Correia und Harrison 2020). Lehrer:innen, die an die Vorteile von Schüler:innenautonomie glauben, integrieren sowohl offene als auch geleitete Ansätze Forschenden Lernens häufiger (Kriewaldt et al. 2024). Viele Lehrer:innen sind vom Wert Forschenden Lernens überzeugt und sehen es vor allem als Konzept, um Schüler:innen zu motivieren und ihr Naturwissenschaftensverständnis zu vertiefen (Correia und Harrison 2020; Kotuláková 2019). Studien zeigen jedoch auch, dass einige Lehrer:innen überzeugt sind, das Konzept sei nur für leistungsstarke Schüler:innen geeignet (Pocalana et al. 2023), was diese daran hindert, Forschendes Lernen systematisch im Unterricht einzusetzen. Zudem wurde bei vielen Naturwissenschaftslehrer:innen die Tendenz festgestellt, an ‚traditionellen‘ Unterrichtsmethoden festzuhalten, was wiederum die Akzeptanz und Implementierung von Forschendem Lernen erschwert. Als Gründe Forschendes Lernen nicht systematisch in den eigenen Unterricht zu implementieren führen Lehrer:innen in Befragungen sowohl individuelle (in den Schüler:innen sowie den Lehrer:innen liegende) als auch institutionelle und systemische Gründe an (Hofer et al. 2018).

2.2 Ungewissheiten im Forschen und Lernen

Der Umgang mit Ungewissheiten ist im Forschenden Lernen auf zwei Ebenen zentral:

1. Disziplinäre Ebene: Ungewissheit lässt sich als inhärentes und produktives Merkmal der Naturwissenschaften und ihrer Forschungsprozesse beschreiben (Kampourakis und McCain 2020; Nowotny 2016). Diese tritt dabei sowohl als epistemische (überwindbares Noch-Nicht-Wissen) als auch als ontologische Ungewissheit (grundsätzliche Grenzen des Wissens über komplexe Phänomene) auf (Blauza et al. 2025; Lübke und Heuckmann 2024). Im naturwissenschaftlichen Erkenntnisprozess ist Ungewissheit allgegenwärtig: Sie begleitet die Entwicklung von Hypothesen, Dateninterpretation und Konsensaushandlung in Forschungsprozessen. Ungewissheit ist dabei kein Mangel, sondern ein Antrieb wissenschaftlichen Fortschritts: Sie regt Forscher:innen dazu an, neue Fragen zu stellen, Methoden weiterzuentwickeln und bestehendes Wissen kritisch zu befragen (Kampourakis und McCain 2020; Schwanewedel et al. 2023). Im (vorläufigen) Endprodukt naturwissenschaftlicher Forschung (*ready-made-science* nach Latour 1987) werden abgesehen von der generellen Vorläufigkeit naturwissenschaftlichen Wissens Ungewissheiten unsichtbar. Wird jedoch *science-in-the-making* (Latour 1987) – wie im Konzept Nature of Science implizit bereits angelegt (siehe genauer Lübke und Heuckmann 2024) – explizit thematisiert, werden die im Forschungsprozess auftretenden Ungewissheiten sicht- und nachvollziehbar (Hanke und Lübke 2025). Forschendes Lernens – besonders in seiner offenen Form – entspricht in Teilen *science-in-the-making* und ist daher besonders geeignet im naturwissenschaftlichen Unterricht unterschiedliche Ungewissheiten des Forschens zu explizieren.

2. Ebene des Lernens: Ungewissheit ist allen unterrichtlichen Interaktionen sowie Lernprozessen inhärent (Bähr et al. [im Druck](#); Bonnet et al. [2021](#); Hinzke et al. [2021](#); Lübke [2025](#)). Sie kann damit als „unhintergebares Strukturmerkmal von Lernen“ (Bonnet et al. [2021](#), S. 9) verstanden werden und zeigt sich in Form interaktionaler Ungewissheit ebenso wie als individuelle Ungewissheit bei Schüler:innen und Lehrer:innen (Bähr et al. [im Druck](#)). Ungewissheiten auf Ebene des Lernens werden dabei im erziehungswissenschaftlichen Kontext nicht nur als konstitutives, sondern überdies als erwünschtes und entsprechend zu förderndes Element von Lernprozessen konzeptualisiert (z. B. Bonnet et al. [2021](#); Hinzke et al. [2021](#)).

Im Kontext des Forschenden Lernens ist Ungewissheit also sowohl dem Forschen als auch dem Lernen inhärent. Beide Ebenen von Ungewissheit sind damit im Rahmen der Lehrer:innenprofessionalisierung relevant. Während Ungewissheit auf theoretischer Ebene als unhintergebares und produktives Moment beschrieben wird, zeigen empirische Arbeiten, dass diese im Unterricht häufig exkludiert und Situationen möglichst schnell zugunsten vermeintlich sicheren Wissens geschlossen werden (z. B. Lübke [2021](#); Paseka und Schrittmesser [2018](#)). Hinzke ([2024](#)) konnte zeigen, dass Lehrer:innen Ungewissheit beim Forschenden Lernen vor allem dann erleben, wenn sie keine etablierten Routinen für die Gestaltung des Lehr-Lernprozesses haben. Damit sind vor allem Ungewissheiten im Lernen für die untersuchten Lehrer:innen zentral: Sie erleben Ungewissheit als Herausforderung, weil sie nicht (genau) wissen, ob und wie sie die gewünschte Selbstständigkeit der Schüler:innen fördern und gleichzeitig mit der Offenheit des Forschenden Lernens umgehen sollen. Studien, die das Forschende Lernen bei Lehramtsstudierenden naturwissenschaftlicher Fächer untersuchen, beschreiben dabei u. a. Ungewissheiten von Studierenden, die selbst forschend lernen (Olschewski et al. [2023](#)).

3 Erkenntnisinteresse und Fragestellung

Während zahlreiche Erkenntnisse zum Einsatz von Forschendem Lernen im Hochschulkontext sowie in Bezug auf die Wirkung des FL auf Schüler:innen vorliegen, gibt es nur wenige Studien (z. B. Hofer et al. [2018](#)) zu Perspektiven praktizierender Naturwissenschaftslehrer:innen auf Forschendes Lernen. Für den naturwissenschaftlichen Unterricht kann zudem eine Diskrepanz zwischen wissenschaftlichem Diskurs zu dessen Bedeutung und der Umsetzung in der Schulpraxis konstatiert werden. Ein erster Schritt, um diese Diskrepanz genauer zu verstehen, ist es, die Erfahrungen von praktizierenden Lehrer:innen, die FL im eigenen Unterricht einsetzen, genauer in den Blick zu nehmen. Das Erkenntnisinteresse dieser Studie besteht darin, eine Grounded Theory (GT) über das Erleben und Deuten sowie die Umgangsweisen praktizierender Naturwissenschaftslehrer:innen mit Forschendem Lernen zu entwickeln. Ausgangspunkt ist folgende Forschungsfrage: Wie gehen praktizierende Naturwissenschaftslehrer:innen mit den Anforderungen des Forschenden Lernens und den sich daraus ergebenden Ungewissheiten um?

4 Methodologie und methodisches Vorgehen

Ausgehend von den Grundannahmen des Pragmatismus und Symbolischen Interaktionismus und dem sich daraus ergebenden Fokus auf die Rekonstruktion der Deutungen und Handlungen in sozialen Interaktionen liegt dieser Studie auf methodologischer wie auf methodischer Ebene der Forschungsstil der Grounded Theory (nach Corbin und Strauss 2015) zugrunde. Mit diesem Begriff wird dabei zweierlei bezeichnet, erstens ein spezifischer regelgeleiteter Prozess der Datenerhebung und Auswertung in der qualitativen Sozialforschung und zweitens das Ergebnis dieses Prozesses, als eine in empirischen Daten begründete Theorie eines sozialen Phänomens (Strübing 2014).

4.1 Kontext der Studie

Die vorliegende Studie basiert auf einer Reanalyse qualitativer Interviews, die ursprünglich im Rahmen einer formativen Evaluation des Projektes LemaS² durchgeführt wurden. Ziel der ursprünglichen Datenerhebung war, Einblicke in die Implementierung sowie Gelingensbedingungen und Herausforderungen des Projekts aus Sicht der beteiligten Lehrer:innen zu gewinnen.

4.2 Datenerhebung und Beschreibung des Samples

Die Daten wurden in leitfadengestützten qualitativen Einzelinterviews (Kruse 2015) erhoben, wobei sowohl Argumentationen und Evaluationen der Lehrer:innen zu Chancen und Herausforderungen des Forschenden Lernens als auch Erzählungen vom Einsatz im eigenen Unterricht erfragt wurden.³ Das Sample besteht aus zwölf Lehrer:innen naturwissenschaftlicher Fächer bundesweit, die am Projekt als Akteur:innen der Praxis beteiligt waren. Die Teilnehmer:innen waren zwischen 31 und 60 Jahre alt (MW: 44) und hatten durchschnittlich 16 Jahre Berufserfahrung. Drei unterrichteten zum Interviewzeitpunkt an Grundschulen, neun an weiterführenden Schulen. Die eineinhalb bis zwei Stunden dauernden Interviews wurden per Videokonferenz mit zwei Interviewenden, mit denen die Lehrer:innen über fünf Jahre im Projekt zusammengearbeitet haben, geführt.

² Der interdisziplinäre Forschungsverbund LemaS nimmt sich im Rahmen des Forschungs- und Schulentwicklungsprojekts *Leistung macht Schule* der Förderung von Potentialen aller Schüler:innen an. Im Fokus des hier beforschten Teilprojekts stand u. a. die Entwicklung und Erprobung von Formaten Forschenden Lernens im naturwissenschaftlichen Unterricht.

³ Ausgehend von evaluativen Fragen (Können Sie uns drei Gründe nennen, warum Sie das forschende Lernen im Unterricht einsetzen? Können Sie uns drei Gründe nennen, warum Sie das Forschende Lernen im Unterricht nicht einsetzen?) wurden praktische Erfahrungen über erzählgenerierende Rückfragen (z. B. Sie haben gerade erzählt, dass Sie das im Unterricht soundso gemacht haben. Können Sie das noch weiter ausführen?) erhoben.

4.3 Datenauswertung

Die Interviews wurden wörtlich und vollständig mit f4 transkribiert. Die Datenauswertung folgt den Kodierverfahren der Grounded Theory nach Corbin und Strauss (2015) (vgl. genauer Lübke 2021). Ausgehend vom offenen Kodieren hat sich im axialen Kodieren das Kodierparadigma, welches in den Daten verankerte Phänomene systematisch in ihren Bezügen zu Bedingungen des Phänomens, darauf gerichtete Handlungen und Umgangsweisen sowie deren Konsequenzen betrachtet, als geeignete Heuristik herausgestellt. Diese Systematisierung wurde im letzten Schritt des selektiven Kodierens mit Blick auf die im Folgenden berichtete Kernkategorie zum Phänomen ‚Unauflösbare Spannungsverhältnisse beim FL im Erleben der Lehrer:innen‘ beibehalten und über diskriminierendes Sampling ausgeschärft. Aufgrund der Reanalyse war ein klassisches Theoretical Sampling (Wechselspiel von Datenerhebung und -auswertung) nicht möglich, stattdessen wurde ein, „intensives theoretisches Sampling innerhalb [der] tatsächlichen Daten“ (Strauss und Corbin 1996, S. 164) durchgeführt.

5 Eine Grounded Theory zum Umgang von Naturwissenschaftslehrer:innen mit Antinomien im Forschenden Lernen

5.1 Phänomen: Offenheit vs. Zielorientierung

Ein zentrales Phänomen, welches sich durch das komplette Sample zieht, sind von den Lehrer:innen erlebte Spannungsverhältnisse bei der Realisierung Forschenden Lernens im eigenen Unterricht. Dabei lassen sich verschiedene Umgangsweisen der Lehrer:innen mit diesen Spannungsverhältnissen rekonstruieren (siehe 5.3). Das zentrale Spannungsverhältnis ist im Erleben der Lehrer:innen das zwischen den Normen Offenheit und Zielorientierung. So beschreibt es F. als Herausforderung, „[...] dass die Kinder tatsächlich zu Ergebnissen kommen, ohne dass ich die ganz zielorientiert irgendwohin schicke“ (F_315-16). Hier deutet sich mit dem Adjektiv *ganz* bereits eine Umgangsweise mit dem Spannungsverhältnis an, indem die Möglichkeit, die Schüler:innen nicht vollkommen (= ganz), aber ein bisschen zielorientiert irgendwo hin zu schicken, eröffnet wird. Zugleich wird die Offenheit immer wieder explizit als Grund benannt, Forschendes Lernen zu realisieren, „[...] weil das [FL] da so eine Offenheit bietet. Das ich da eben nicht den Weg vorgebe, sondern gucken kann, auf was die für Ideen kommen“ (R_753-55). Die Spannung zwischen Offenheit und Zielorientierung verschärft sich dadurch, dass das Ziel innerhalb der Richtig-Falsch-Logik (Combe et al. 2018; Lübke 2021) von Unterricht verbleibt: „wichtig ist allerdings, dass das Material [des FL] so ist, dass die [Schüler:innen] auch auf die richtigen Ergebnisse kommen, finde ich“ (R_733-34). Die Anforderungen des Forschenden Lernens, zu denen Offenheit als zentrales Element gezählt werden kann, stehen damit aus Lehrer:innenperspektive in einem Spannungsverhältnis zur schulischen Anforderung, dass alle Schüler:innen am Ende dieselben Kompetenzen und dasselbe (richtige) Wissen erworben haben.

5.2 Bedingungen: Konkurrierende Normen in zweifacher Hinsicht

Die rekonstruierten Normen strukturieren das Denken und z. T. auch das selbstberichtete Handeln der Lehrer:innen. Es zeigt sich dabei ein doppeltes Spannungsverhältnis: (1) zwischen Normen des ‚normalen‘ Unterrichts und Forschenden Lernens und (2) innerhalb des Forschenden Lernens zwischen Normen des Forschens und Lernens.

5.2.1 ‚Normaler‘ Unterricht vs. Forschendes Lernen

Forschendes Lernen wird durch die praktizierenden Lehrer:innen sprachlich stets in expliziter Abgrenzung vom ‚normalen‘ Unterricht konzeptualisiert. Mit dieser Abgrenzung sind explizite Bewertungen einer oder beider Formen naturwissenschaftlichen Unterrichts verbunden. So konkludiert F. „[...] der herkömmliche Unterricht, wie wir den so selber auch kennengelernt haben, der mag ja manchmal Vorteile haben, aber im Bereich naturwissenschaftlichen Arbeitens gar nicht“ (F_352-57). Auch hier verweist das Adjektiv *herkömmlich* auf die Sonderstellung des Forschenden Lernens und die dichotome Abgrenzungslogik. Dabei spricht F. dem von ihr als herkömmlich beschriebenen Unterricht mit dem eine Verneinung verstärkenden Adverb *gar* (DWDS 2025) sowie dem Adverb *nicht* in Bezug auf den Gegenstand des naturwissenschaftlichen Arbeitens jeglichen positiv zu wertenden Vorteil gegenüber dem Forschenden Lernen ab. Diese explizite Abgrenzung bei zugleich positiver Evaluation zieht sich durch das gesamte Sample. Forschendes Lernen wird somit immer wieder explizit in Abgrenzung von einem als Regelfall markierten Unterricht beschrieben und als positiver Gegenhorizont⁴ konstruiert. So betont B., dass das Forschende Lernen die Chance biete „aus der Struktur des normalen Schulalltags für einige Sequenzen herauskommen zu können“ (B_462-63). Das Verb *können* in Verbindung mit dem Infinitiv des Verbs *herauskommen* verweist darauf, dass dieser Prozess (das Herauskommen aus der Struktur des Regelunterrichts) durch die Realisierung des Forschenden Lernens möglich wird (DWDS 2025). Die später von der Lehrer:in verwendete Formulierung „alte Strukturen aufweichen, zu durchbrechen“ (B_495-96) verweist darauf, dass der Gegenhorizont des Regelunterrichts zum einen über das Adjektiv *alt* zeitlich verortet und damit als schon lange bestehend entworfen wird und zum anderen durch die Kombination mit den Verben *aufweichen* und *durchbrechen* negativ konnotiert ist. Noch deutlicher wird die negative Konnotation, wenn R. den ‚normalen‘ Unterricht – in expliziter Abgrenzung vom Forschenden Lernen – wie folgt beschreibt: „dieses Schema F [...], was wir halt gern hätten [...] Wir machen alles zur gleichen Zeit, in der gleichen, im gleichem Zeitrahmen und kommen zum selben Ziel“ (R_ 761-68). ‚Normaler‘ Unterricht wird hier mit der Kollokation *Schema F* belegt, die darauf verweist, dass etwas standardmäßig nach einem vorgebenden Muster ausgeführt wird (DWDS 2025). Durch den Gebrauch des Konjunktiv II von *haben* (*hätte*), welcher genutzt wird, um Wünsche auszudrücken, wird dieses Vorgehen (der ‚normale‘ Unterricht) zudem als normativ gewollt mar-

⁴ Das Konzept des Gegenhorizontes haben wir im Sinne einer theoretischen Sensibilisierung (Strauss und Corbin 1996) der Dokumentarischen Methode (Bohnsack 2017, S. 107) entlehnt.

Tab. 1 Konkurrierende und konfligierende Normen des ‚normalen‘ Unterrichts und des Forschenden Lernens

Normen des...	... ‚normalen‘ Unterrichts	... Forschenden Lernens
<i>Gegenstand</i>	Singulärer Gegenstand	Multiple Gegenstände
<i>Ziel</i>	Singuläres Ziel	Multiple Ziele
<i>Wissen über Ziel und Gegenstand</i>	Vorhanden	Variierend
<i>Ungewissheit^a</i>	Individuelles Noch-Nicht-Genau-Wissen der Schüler:innen	Kollektives und individuelles Noch-Nicht-Genau-Wissen + kollektives Nicht-Genau-Wissen-Können

^a Während die vorherigen Normen zur Beschaffenheit der Unterrichtsgegenstände und Ziele des Unterrichts sowie des Wissens der Lehrer:in über diese explizit von den Befragten artikuliert werden, wurde die Norm zur Beschaffenheit der Ungewissheit interpretativ abgeleitet.

kiert. Anhand der vorliegenden Daten lässt sich nicht abschließend klären, inwieweit sich R. an dieser Stelle mittels Ironie von dieser Norm distanziert. Auch bei einer Distanzierung bleibt jedoch die von R. wahrgenommene Norm als solche bestehen. Das von den Lehrer:innen erlebte Spannungsverhältnis ergibt sich nun zum einen daraus, dass die in diesem Zitat benannten Normen des ‚normalen‘ Unterricht (siehe Tab. 1) von den Lehrer:innen an anderer Stelle explizit immer wieder zurückgewiesen werden, z. B. wenn Offenheit als positiver Gegenhorizont entworfen wird: „Na, [FL ist positiv] weil die Methoden und Möglichkeiten sehr vielfältig sind an den Dingen die man machen kann. Der Zugang ist deutlich erweitert als in einer normalen Stunde [...]“ (L_323-24).

Zum anderen wird in den Praxiserzählungen deutlich, dass die Handlungen im Unterricht zumeist an den Normen des ‚normalen‘ Unterrichts orientiert sind. So berichtet R.: „Aber bei mir geht das so, wenn ich experimentiere, dann zähl ich ah, ich habe acht Bechergläser in der Größe, also kann ich acht Gruppen machen, dass das so ist die Realität und nicht so, ich habe hier das Material und jetzt guckt mal, was ihr damit macht“ (R_580-83). R. macht hier mit dem Nomen *Realität* explizit deutlich, dass ihr die Diskrepanz zwischen den von ihr an anderer Stelle des Interviews positiv bewertetem Forschenden Lernen und ihrer Unterrichtspraxis bewusst ist. Dieses Muster, das Forschende Lernen als positiven Wunsch von der Realität des ‚normalen‘ Unterrichts abzugrenzen, zieht sich durch das Sample. Mit den unterschiedlichen Normen hinsichtlich Gegenstand und Zielen (sowie dem Wissen/Nichtwissen darüber) gehen in der Folge unterschiedliche Ungewissheitstypen einher. Die von den Lehrer:innen auf kommunikativer Normebene positiv besetzte Offenheit und höhere Ungewissheit Forschenden Lernens, die sich aus den multiplen Gegenständen und Zielen sowie dem höheren Selbstbestimmungsgrad der Schüler:innen ergibt und als kollektive z. T. unüberwindbare Ungewissheit auch die Lehrer:innen einschließt, wird im ‚normalen‘ Unterricht zu einer individuellen überwindbaren Ungewissheit der Schüler:innen, womit die Lehrer:in – so unsere Interpretation – zur Wissenden wird. Die Normen des ‚normalen‘ Unterrichts werden von den Lehrer:innen neben Unterrichtsstrukturen auch auf Haltungsfragen bezogen: „Einfach offen sein. Äh, das widerspricht so ein bisschen diesem Lehrerethos, den man vielleicht eingetrichtert bekommen hat, das und das muss nachher rauskommen, das und das muss das Kind können“ (F_320-24).

Tab. 2 Konkurrierende und konfligierende Normen des Forschens und des Lernens

Normen des...	...Forschens	...Lernens
<i>Ergebnis</i>	Offen	Feststehend
<i>Weg</i>	Offen	Offen oder feststehend
<i>Scheitern</i>	Normalfall	Sonderfall
<i>Ungewissheit</i>	Kollektives Noch-Nicht-Genau-Wissen + Nicht-Genau-Wissen-Können	Individuelles Noch-Nicht-Genau-Wissen
<i>Ungewissheitsgrad</i>	Kann im Verlauf ab- oder zunehmen	Nimmt im Verlauf ab

5.2.2 *Forschen vs. Lernen*

Das rekonstruierte Spannungsverhältnis hängt – so unsere Interpretation – auch damit zusammen, dass das Forschende Lernen in sich konkurrierende Normen (siehe Tab. 2) beinhaltet: So ist das Ergebnis eines Lernprozesses bereits vor dessen Vollzug bekannt, während es in einem ergebnisoffenen Forschungsprozess nicht bekannt sein kann. Damit zeigt sich auch hier die Unterscheidung Latours zwischen *ready-made-science* und *science-in-the-making*. Während Praktiken des Forschens *science-in-the-making* darstellen, greift Lernen in einem viel stärkeren Umfang auf bereits etablierte Wissensbestände und Produkte einer *ready-made-science* zurück. Damit in Verbindung steht auch, dass beim Lernen Ungewissheit vor allem als ein individuelles (und überwindbares) Noch-Nicht-Genau-Wissen konzeptualisiert ist, während beim Forschen stets auch kollektive Ungewissheiten bestehen und ungewiss ist, ob und wie diese im Prozess überwunden werden können.

5.3 Umgangsweisen: „Etwas muss sich verändern“

Um mit den beschriebenen Spannungsverhältnissen umzugehen, zeigen die Lehrer:innen drei unterschiedliche Umgangsweisen, die im Kern eine Gemeinsamkeit aufweisen, nämlich, dass sie Veränderungen an *etwas* vornehmen, wobei die Änderung jeweils einen anderen Schenkel des klassischen Didaktischen Dreiecks (Jank und Meyer 2005, S. 55) betrifft. Verändert wird (kurz- oder langfristig) entweder (1) die Sache, (2) eine:r der anderen beteiligten Akteur:innen oder (3) die eigene Person.

5.3.1 *Umgangsweise I: Die Sache verändern*

In dieser Umgangsweise wird das Forschende Lernen selbst in seiner Struktur verändert. Dabei lassen sich drei Realisierungsformen unterscheiden, die das *Was* der Veränderung gleich und das *Wie* der Veränderung unterschiedlich bestimmen.

Die erste Form *Rein fachlich denken* orientiert sich bei der Modifikation des Forschenden Lernens am klassischen hypothesentestenden Experiment der Naturwissenschaften, denkt also diese vom Fach her:

[...] Da ist es natürlich gut, dass viele Gruppen dasselbe Experiment machen. Also das ist eins, was alle machen. Das ist, dass eins von den ersten Dreien und

da kann man, hat man dann eben viele Experimente, viele Ergebnisse und kann dann gucken so ja, wieso hat der jetzt ein anderes, wie kann denn das kommen also das ist natürlich in die ein wichtiger Schritt zu gucken, die Ergebnisse zu vergleichen und zu gucken was ist denn da wohl richtig und woran liegt es? [...] (R_716-22)

R. berichtet hier von einer Unterrichtseinheit, die sie in den Kontext Forschenden Lernens setzt. Deren Verlauf wird zu Beginn über das Adjektiv *gut* positiv evaluiert und über das Adjektiv *natürlich* als selbstverständlich markiert. Die positive Evaluation bezieht sich auf den Umstand, dass alle Gruppen zur selben Zeit dasselbe Experiment durchführen. R. orientiert sich somit an der von ihr zuvor explizierten Norm des ‚normalen‘ Unterrichts (siehe 5.2.1). Der Begriff *Experiment* verweist auf eine Orientierung am naturwissenschaftlichen Erkenntnisweg. Dieses Vorgehen wird über das Adjektiv *natürlich* erneut als selbstverständlich markiert und bezieht sich inhaltlich auf die sich so ergebene Möglichkeit über Messreihen und Vergleiche sogenannte Messabweichungen zu identifizieren. Dies hat für R. zwei Funktionen: (1) die Sicherstellung der ‚richtigen‘ Ergebnisse und (2) die Möglichkeit das methodische Vorgehen zu reflektieren. Damit fokussiert diese Umgangsweise vorrangig den Erwerb fachlicher Kompetenzen im Bereich der Erkenntnisgewinnung sowie beigeordnet den Kompetenzbereich Fachwissen.

Die zweite Form *Rein pädagogisch denken* orientiert sich vorrangig an pädagogischen Konzepten wie der Handlungsorientierung: In ihrer extremsten Form lässt sich diese Umgangsweise wie folgt zusammenfassen: „Mir ist es egal, was du damit machst, aber mach mal was“ (F_340-41). An späterer Stelle benennt F. ergänzend folgende Argumente für ein so gedachtes Forschendes Lernen: „Die Selbstständigkeit der Schüler fördern. Ähm. Wenn die gute Stimmung in der Stunde. Also die die waren oder die sind alle immer sehr motiviert. Und (...) Das macht einfach Spaß“ (F_378-80). Sie stellt damit mit der starken Betonung motivationaler und aktivierender Funktionen den Lernprozess hinter die Schüler:innenaktivität zurück. Andere Lehrer:innen verknüpfen die Handlungsorientierung hingegen dezidiert (z. T. ausschließlich) mit einem antizipierten Lernerfolg:

[...] Also ich weiß halt nicht, aber. Aber meiner Erfahrung nach ist es halt glaube ich, wenn man einen Versuch durchführt, das Ganze halt haptisch halt macht, auch visuell, wenn man sieht, die Farbveränderungen, sei es, wenn man was mit Säuren macht und der Indikator schlägt um. Das kann man halt theoretisch aufschreiben, natürlich mit Farben vielleicht auch machen, aber ich glaube, dass der Lerneffekt bei den Schülerinnen und Schüler ist größer, wenn die das aktiv vor sich sehen. (T_341-47)

T. begründet explizit, mit Verweis auf eigene *Erfahrungen*, dass eine handlungsorientierte Vorgehensweise, welche sie mit den Adjektiven *haptisch*, *visuell* und *aktiv* beschreibt und einem *theoretisch aufschreiben* gegenüberstellt, einen größeren Lernerfolg ermögliche.

Die dritte Form *Klein denken* orientiert sich hingegen an der formalen Struktur des Unterrichts, wenn einzelne Sequenzen Forschenden Lernens ausgliedert und in den ‚normalen‘ Unterricht integriert werden:

[...] Am forschenden Lernen, das finde ich ausgesprochen spannend und das wird mir auch immer wieder von den Schülern gesagt, wenn man das einfach einbauen kann. Eine, eine Phase im Unterrichtsalltag, in dem sie einfach mal an kleinen Dingen, ja forschen ist ja immer sehr hochgestochen dieses Wort. Aber auch kleine Dinge können ja schon forschen für sie bedeuten. Hm, das wäre jetzt für mich wichtig. Es heißt, forschendes Lernen aus der Struktur des normalen Schulalltags für einige Sequenzen herauskommen zu können, den Schülern zu zeigen. Ich wende Gelerntes an, um dann offen also auch zu zeigen, dass das, was wir vermittelt haben, wichtig ist, um dann auch forschen zu können. Ich brauche eine Grundstruktur und dann kann ich also auch so kleine Forschersegmente. [...] Hm, äh, das ist für mich forschendes Lernen. So, dass sie also merken, okay, forschen kann auch auf kleinen Strukturen stattfinden. Es muss ja nicht immer das riesengroße Teil sein [...] (B_457-76)

Ausgangspunkt ist hier erneut die Gegenüberstellung von Forschendem Lernen und ‚normalem‘ Unterricht. Mit dem Adjektiv *spannend* evaluiert auch B. hier zunächst das Forschende Lernen positiv. Der Gegenhorizont wird über die Nomen *Unterrichtsalltag* und *Schulalltag* explizit benannt und über das Adjektiv *normal* als Regelfall markiert. Im Umkehrschluss lässt sich daraus ableiten, dass Forschen-des Lernen eine Ausnahme darstellt. Dies korrespondiert damit, dass B. die von ihr variabel als *Dinge*, *Sequenzen*, *Forschersegmente*, *Strukturen* oder *Teil* bezeichneten Momente des Forschenden Lernens an mehreren Stellen mit dem Adjektiv *klein* konkretisiert. Die einleitende Feststellung, dass Forschen ein sehr hochgestochener Begriff sei, lässt sich als Begründungsversuch für die von B. vorgenommene Reduktion und Aufgliederung des Konzepts in kleine Einheiten lesen. Denn das Adjektiv *hochgestochen* verweist sprachlich auf ein geistig anspruchsvolles, schwer zugängliches Phänomen (DWDS 2025). Folgt man dieser Logik, so lässt sich das Vorgehen als Versuch interpretieren, ein anspruchsvolles Konzept für die Schüler:innen (und Lehrer:innen?) über die Unterrichtsstruktur zugänglicher zu gestalten, wobei die Grundstruktur der ‚normale‘ Unterricht bleibt.

Alle drei Realisierungsformen sind sowohl kurzfristig im Unterricht umsetzbar als auch langfristig, z.B. indem die Umdeutungen des Gegenstandes in Konzepte wie Schulcurricula überführt werden.

5.3.2 Umgangsweise II: Die Anderen müssen sich verändern

Die Veränderungsnotwendigkeit wird hier nicht im Unterrichtsgegenstand, sondern innerhalb der Person der Schüler:innen bzw. ihrem Verhalten verortet. Dabei benennen die Lehrer:innen sowohl motivationale als auch kognitive Eigenschaften. So berichtet R.:

[...] Und dann gibt es natürlich auch welche, die nur den Luftballon aufblasen und [Unsinn; im Original ein äquivalenter Begriff in einem regionalspezifischen Dialekt] machen. Die kommen halt dann nicht zum Ziel. Ne, das ist halt auch,

das ist halt so. Da kann ich nicht sagen, deswegen mache ich diese Unterrichtsmethode nicht, weil manche halt das Material nur zum Spielen benutzen [...] (R_631-35)

Im Fokus steht in der ersten Realisierungsform *Die Schüler:innen müssen sich ändern* die Feststellung, dass ein Teil der Schüler:innen nur mit dem Material spielen und Unsinn machen. Über das Adjektiv *natürlich* wird dieser Umstand als gegeben und quasi unvermeidlich markiert. Der Partikel *halt* markiert dann konsistent eine unvermeidbare logische Folge aus diesem Verhalten, nämlich dass die betreffenden Schüler:innen das Unterrichtsziel nicht erreichen. R. geht somit davon aus, dass das Ziel des Unterrichts, welches hier nicht genauer benannt wird, erreichbar wäre, wenn sich die Schüler:innen anders verhalten würden. Als Ursache für ihr Verhalten wird hier die Entscheidung Unsinn zu machen und damit eine Ursache auf motivationaler Ebene impliziert. R. überträgt somit die Verantwortung für das Gelingen des Forschenden Lernens auf die Schüler:innen und sieht dementsprechend, wie im Zitat explizit benannt, keine Veränderungsnotwendigkeit am Gegenstand oder der eigenen Person. Etwas anders gelagert ist der Fall, wenn diese nicht über die notwendigen (kognitiven) Voraussetzungen verfügen und als Folge daraus beim Forschenden Lernen überfordert sind.

Auch diese schüler:innenseitige Überforderung wird von R., im nachfolgenden Zitat, über das Adjektiv *natürlich* als gegeben gesetzt. Aus diesen fehlenden Voraussetzungen folgt für sie – anders als bei den motivationalen Bedingungen – jedoch, dass sie als Lehrer:in die Entscheidung trifft, das Forschende Lernen nicht immer einzusetzen:

Also natürlich kann ich das jetzt. Wenn ich das jetzt jede Stunde immer machen würde, dann wären ganz viele überfordert. Also das ist natürlich was. Es ist eine Überforderung für einen Teil der Schüler. (R_672-74)

Die in der ersten Realisierungsform konstatierten fehlenden Voraussetzungen der Schüler:innen werden in der zweiten Realisierungsform *Das System muss sich ändern* mit dem Schulsystem (und implizit der Forderung nach dessen Veränderung) verknüpft:

Und schwierig finde ich nur, wenn die Kinder anders sozialisiert sind durch Schule tun sie sich sehr sehr schwer sich so offen darauf einzulassen. Dann können die mit Material manchmal gar nichts anfangen, weil die einfach denken, was will die denn jetzt, dass ich damit tue? (F_328-31)

Wie auch in der ersten Realisierungsform benennt F. mit der fehlenden Offenheit Eigenschaften bzw. Verhaltensweisen der Schüler:innen, die aus der Perspektive von F. dazu führen, dass das Forschende Lernen nicht wie intendiert funktioniert. Die fehlende Offenheit der Schüler:innen wird jedoch in diesem Fall explizit mit ihrer Sozialisation durch das System Schule erklärt. Die Verantwortung für das Misslingen liegt in dieser Logik nicht bei den Schüler:innen, sondern im System.

Diese Umgangsweise ließe sich – anders als Umgangsweise I und III – nur langfristig realisieren. Anders als in der Veränderung der Sache oder der eigenen Person, die sich in den Erzählungen und Argumentationen der Lehrer:innen perfor-

mativ zeigt, zeigt sich hier jedoch nicht der tatsächliche Vollzug einer Veränderung, sondern nur der normative Appell, dass sich Schüler:innen und System verändern müssten.

5.3.3 Umgangsweise III: *Ich muss mich verändern*

Diese Umgangsweise verortet die Veränderung innerhalb der Lehrer:in. In den Daten zeigen sich zwei Realisierungsformen, die sich hinsichtlich ihrer Zeitlichkeit unterscheiden lassen. Als situative (kurzfristig wirksame) Umgangsweise zeigt sich in den Daten (1) das sogenannte *Ertragen/Aushalten*: „[Forschendes Lernen] muss man[...] ertragen lernen“ (B., 532). Das Verb *ertragen* verweist in seiner Wortbedeutung darauf, dass etwas Unangenehmes hingenommen wird, ohne sich dagegen aufzulehnen (DWDS 2025). Die Realisierung des Forschenden Lernens wird damit zu einer negativ konnotierten Erfahrung, die die Lehrer:in, ohne sie ändern zu können, passiv hinnehmen muss. Die Verknüpfung mit dem Verb *lernen* verweist in einem zweiten Schritt jedoch auf einen letztlich aktiven Veränderungsprozess der Lehrer:in, indem sie lernt, sich der initial unangenehmen Situation weiterhin bewusst auszusetzen.

Ausgehend davon zeigt sich ein zweites aktives Moment: „Das Aushalten, nicht Vorgeben, was sie damit tun sollen, sondern wirklich immer wieder nerven, nachfragen Was kannst du denn damit tun?“ (F_339-40). Ausgehend vom Aushalten der Offenheit berichtet F. von einem veränderten Interaktionsmuster mit den Schüler:innen. Anstatt ihnen etwas vorzugeben, stellt sie nun Fragen, die, im Sinne eines Scaffolds, die Schüler:innen beim Treffen eigener Entscheidungen unterstützen sollen. Das Verb *nerven*, welches sie hier initial verwendet und dann zu *nachfragen* korrigiert, verweist erneut auf die erlebte Negativität der Situation.

Dieses veränderte Interaktionsmuster lässt sich weiterführend als erster Hinweis auf eine sich verändernde Lehrer:innenrolle interpretieren. Statt Wissensvermittler:in zu sein, wird F. in dieser Situation zur Lernbegleiter:in. Damit kann die erste situative Realisierungsform auch als erster Schritt zur (2) langfristig wirksamen Realisierungsform *Denkfigur(en) ändern* interpretiert werden:

[...] Ne, und da kam für mich also da hat sich ja dann vielleicht doch was verändert bei mir, wo ich gedacht habe, der herkömmliche Unterricht, wie wir den so selber auch kennengelernt haben, der mag ja manchmal Vorteile haben, aber im Bereich des naturwissenschaftlichen Arbeitens gar nicht. (F_354-57)

Mit dem Adjektiv *herkömmlich* rekurriert F. hier erneut auf den ‚normalen‘ Unterricht und nimmt dann eine Neubewertung von diesem im Kontext naturwissenschaftlichen Arbeitens vor. Die von F. benannte Veränderung im eigenen Denken bezieht sich damit hier (anders als bei der interpretierten Veränderung der Lehrer:innenrolle, die sich in veränderten Handlungsmustern zeigt) auf eine Evaluation.

5.4 Konsequenzen

In einem letzten Schritt werden nun die Folgen der Umgangsweisen mit dem Spannungsverhältnis von Offenheit und Zielorientierung beim Forschenden Lernen herausgearbeitet.

Die Umgangsweisen lassen sich so interpretieren, dass die Lehrer:innen das Spannungsverhältnis – temporär betrachtet – zugunsten einem der beiden Pole auflösen. Besonders deutlich wird dies in der Umgangsweise I (*Sache verändern*): Sowohl die Realisierungsform *Rein fachlich denken* als auch *Klein denken* reduzieren die Offenheit des Forschenden Lernens zugunsten der Zielorientierung. In der Konsequenz nimmt auch die Ungewissheit (zumindest für die Lehrer:innen) ab, da sie in diesem Fall nur mit einem individuellen überwindbaren Noch-Nicht-Genau-Wissen der Schüler:innen konfrontiert sind, aber selbst über das notwendige Wissen verfügen. Bei der Realisierungsform *Rein pädagogisch denken*, erfolgt eine situative Auflösung hingegen – zumindest sofern die Handlungsorientierung nur mit motivationalen Effekten verknüpft wird – zugunsten der Offenheit.⁵ Gleiches gilt für die Umgangsweise III (*Sich selbst verändern*), welche ebenfalls eine temporäre Auflösung hinsichtlich des Pols der Offenheit zur Folge hat. In diesen Fällen nehmen die Ungewissheiten, mit denen die Lehrer:innen umgehen müssen zu, da sich – gemäß der rekonstruierten Normen des Forschens – hier nicht nur individuelle Ungewissheiten, sondern auch kollektive (un)überwindbare Ungewissheiten zeigen. Die Lehrer:innen sind damit selbst – mindestens temporär – im Zustand der Ungewissheit.

Eine weiter zu diskutierende Konsequenz ist, inwieweit die temporäre Auflösung des Spannungsverhältnisses zu einem Pol das theoretische Konzept des Forschenden Lernens soweit verändert, dass der Unterricht nicht mehr als Forschendes Lernen zählen kann, weil zentrale Aspekte des Konzeptes nicht mehr erfüllt sind. Dies ist u. E. besonders bei den Umgangsweisen zu diskutieren, die das Spannungsverhältnis temporär vollständig zugunsten der Zielorientierung und Zulasten der Offenheit auflösen.

5.5 Die vorläufig finale Grounded Theory

Nach dieser GT (siehe Abb. 1), erleben Naturwissenschaftslehrer:innen beim Forschenden Lernen ein für sie unauflösbares Spannungsverhältnis zwischen den Normen Offenheit und Zielorientierung. Diese Spannung ergibt sich u. a. aus der permanenten Gegenüberstellung des Forschenden Lernens und dem sogenannten normalen Unterricht, welchen die Lehrer:innen beständig als Referenz heranziehen. Die Umgangsweisen der Lehrer:innen mit diesem Spannungsverhältnis lassen sich alle als eine Veränderung von *etwas* konzeptualisieren. Der Unterschied liegt darin, *was* ver-

⁵ Wird die Handlungsorientierung hingegen mit einem Kompetenz-/Lernzuwachs verknüpft, so löst diese Realisierungsform das Spannungsverhältnis auf den ersten Blick nicht auf. Im obigen Zitat zeigt sich jedoch, dass sich dort letztlich auch eine starke Orientierung am klassischen naturwissenschaftlichen Experiment zeigt und damit eine Kombination eines fachlichen und pädagogischen Denkens der Sache vorliegt. Damit lässt sich das Spannungsverhältnis wiederum zugunsten der Zielorientierung temporär auflösen.

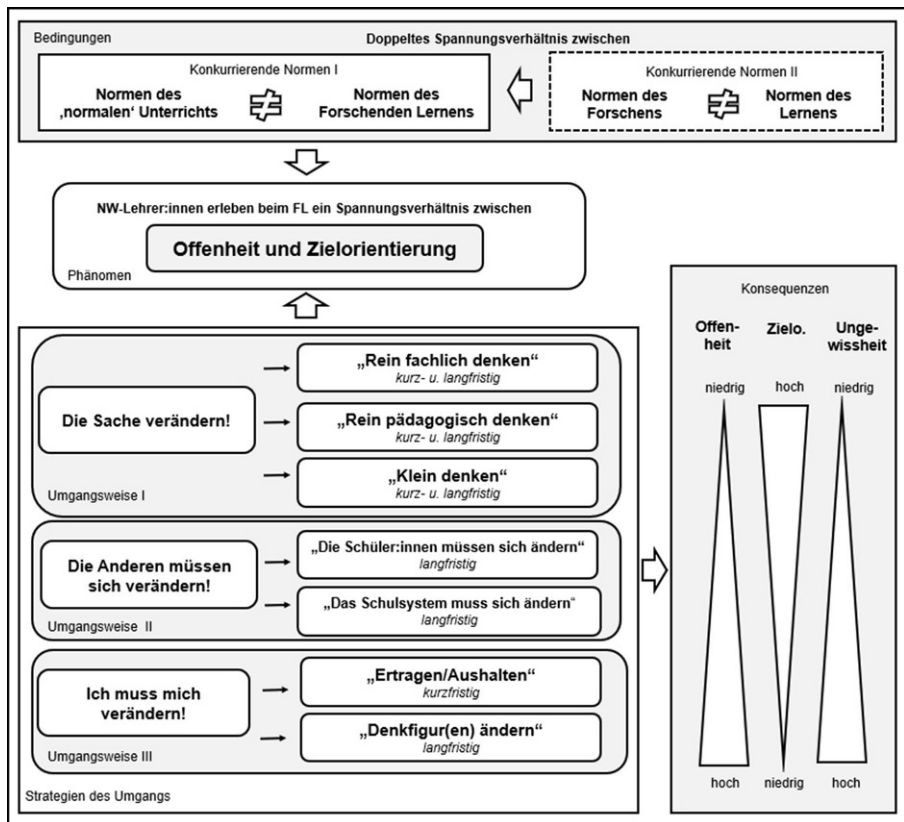


Abb. 1 GT zum Umgang von Naturwissenschaftslehrer:innen mit erlebten Antinomien beim Forschenden Lernen

ändert wird oder werden soll. Dies kann entweder (I) die Sache, also das Forschende Lernen, (II) die Anderen, also Schüler:innen oder das System Schule, oder (III) die eigene Person sein. Die Umgangsweisen lösen dabei das Spannungsverhältnis zwischen Offenheit und Zielorientierung vorläufig zu unterschiedlichen Polen hin auf, was mit einem unterschiedlichen Grad an erlebten Ungewissheiten korrespondiert.

6 Diskussion der GT für Lehrer:innenprofessionalisierung, Unterrichtspraxis und Forschung

Mit Blick auf das Ziel Forschendes Lernen in der Unterrichtspraxis weiter zu etablieren, lässt sich aus der entwickelten GT Folgendes ableiten:

1. Wenn das Spannungsverhältnis durch eine Veränderung des Forschenden Lernens (Umgangsweise I) temporär aufgelöst wird, führt dies als Konsequenz dazu, dass die für das Konzept konstitutive Offenheit negiert wird. In der Theorie wird die-

sem Problem mit dem Vorschlag begegnet, über eine Variation der Offenheitsgrade den Grad der Eigenständigkeit und Verantwortung der Lernenden zu modulieren. Durch die Anpassung der Offenheitsgrade soll den Schüler:innen ermöglicht werden, sich unterschiedlich selbstorganisiert in den Lernprozess einzubringen und bei höherem Offenheitsgrad zunehmend selbstverantwortlich zu forschen.⁶ Damit lassen sich Spannungen, die sich in der GT im Erleben der Lehrer:innen als antinomische Normen zwischen Forschen und Lernen zeigen, auch auf theoretischer Ebene finden. Denn ein bestätigendes oder strukturiertes Forschendes Lernen ist im engeren Sinne kein Forschen mehr. Daraus folgt nicht, dass es nicht aus Perspektive eines gelingenden Lernprozesses funktional und erstrebenswert wäre. Und es heißt nicht, dass nicht auch beim Forschen etwas gelernt werden kann (oder das Forschen keine Ziele hat), es heißt nur, dass es unmöglich ist, vorher genau zu bestimmen, was das sein wird. Diese Spannung bleibt auf Theorieebene folgenlos. Auf der Ebene der Praxis führt dies jedoch – aus Perspektive der Lehrer:innen – zu widersprüchlichen Handlungsnormen, denen sie in ihrem Erleben nicht simultan Folge leisten können. Die erlebte Unvereinbarkeit der beiden Normen erfordert auf Ebene der Praxis performativ zwingend eine Entscheidung von den Lehrer:innen. Daraus lässt sich die Empfehlung ableiten, bereits auf theoretischer Ebene Widersprüche und Spannungen stärker zu explizieren und die von den Lehrer:innen erlebte Unmöglichkeit offenes Forschen und zielorientiertes Lernen zugleich zu vollziehen auf Konzeptebene stärker explizit zu adressieren. Mit Blick auf die Vieldeutigkeit der Begriffe Forschen und Lernen wäre es spannend, systematisch weiter zu untersuchen, welche Vorstellungen von ‚Forschen‘ und ‚Lernen‘ Lehrer:innen und Schüler:innen jeweils haben und wie diese das Verständnis sowie die Umsetzung von Forschendem Lernen prägen.

2. Zwei Veränderungen scheinen besonders notwendig, um Forschendes Lernen – in Anerkennung der inhärenten Spannungsverhältnisse – in der Praxis zu etablieren: (a) Eine Änderung des Systems (Umgangsweise II), denn solange das System am Ende für alle Schüler:innen dasselbe Lern- oder Kompetenzziel formuliert und die Zielerreichung über vergleichende Prüfungsformate abprüft (Bonnet et al. 2020), bleibt eine Priorisierung der Zielorientierung funktional. (b) Eine Veränderung im Handeln und Denken der Lehrer:innen (Umgangsweise III): Damit lässt sich das lebensweltlich negativ konnotierte *Ertragen* als überraschend produktive Umgangsweise deuten. Das von Lehrer:innen als herausfordernd erlebte situative Aushalten der Offenheit ist zum einen im Vollzug des Forschenden Lernens eine notwendige Bedingung und zum anderen möglicherweise auch eine notwendige Voraussetzung für langfristige Veränderungen, z. B. der eigenen Lehrer:innenrolle. Damit stellt sich nun unter anderem die in Folgestudien zu beantwortende Frage, wie Lehrer:innen in ihrer Professionalisierung dabei unterstützt werden können, diese Offenheit produktiv auszuhalten. Ein zentrales Moment liegt dabei u. E. in einem veränderten Deuten von und Umgehen mit Ungewissheiten. Für die Unterrichtsebene kann dies bedeuten, dass Lehrer:innen die

⁶ Dabei handelt es sich nicht um ‚Forschen‘ im wissenschaftlichen Sinn, sondern um ein didaktisch gerahmtes Forschendes Lernen, das an wissenschaftliche Praktiken anknüpft, ohne diese vollständig zu imitieren (Reitinger 2013; Pedaste et al. 2015).

Ungewissheiten des Forschenden Lernens (z. B. auf welchem Weg Schüler:innen ihr Ziel erreichen und was genau am Ende des Forschungsprozesses stehen wird) aushalten lernen und zudem situativ (und mit Blick auf ihre Schüler:innen) immer wieder neu entscheiden, welchen Offenheitsgrad sie beim Forschenden Lernen wählen.

3. Im Erleben der Lehrer:innen ist Forschendes Lernen im Vergleich zum sogenannten normalen Unterricht somit mit erhöhten Ungewissheitsgraden verbunden. Vor dem Hintergrund der Ungewissheitsantinomie (Helsper 2003) sowie des Technologiedefizits (Luhmann und Schorr 1986) sind diese jedoch konstitutiv für jeden Unterricht. Aus ihnen folgt der Widerspruch „dass Lehrer[:innen] einerseits davon ausgehen müssen wissen zu können, was ihr Handeln bewirkt, andererseits aber keine ‚Technologie‘ besitzen, um ihre Absichten sicherstellen zu können. Sie müssen also im Modus der ‚Als-ob‘ Gewissheit simulieren, da ansonsten ihr Handeln grund- und haltlos würde“ (Helsper 2003, S. 146). Die Realisierung von Konzepten des Forschenden Lernens stellt – so eine mögliche Interpretation – diese Gewissheitsillusion durch die im Forschen angelegten kollektiven Ungewissheiten im Erleben der Lehrer:innen Infrage. Für Prozesse der Lehrer:innenprofessionalisierung ist daher empirisch weiter zu klären, wie Lehrer:innen in diesen Momenten handlungsfähig bleiben können bzw. welche Als-ob-Gewissheiten sie hierzu benötigen. Eine mögliche Gewissheit ist die grundlegende Anerkennung der Ungewissheiten, die Prozessen des Forschens und Lernens inhärent sind. Dazu ist es notwendig diese auf Ebene der Theorie im Forschen wie im Lernen weiter zu normalisieren, systematisch zu explizieren und zu unterscheiden. Denn wenngleich es für Ungewissheiten des Lernens ggf. Als-ob-Gewissheiten braucht, so trifft dies nicht im gleichen Maße auf Ungewissheiten des Forschens zu. Dazu brauchen angehende Lehrer:innen fortlaufend Lerngelegenheiten, um eigene handelnde Erfahrungen im Umgang mit Ungewissheiten des Lernens und Forschens zu sammeln. So können produktive(re) Handlungs-routinen mit Ungewissheiten (also Als-ob-Gewissheiten) ausgebildet werden, die jedoch reflektiert- und kritisch befragbar bleiben müssen. Damit das gelingen kann, müssen wir u.E. auch aktuelle schulische wie universitäre Normen des Lernens⁷ hinterfragen: Lernen muss auch wieder scheitern dürfen, Ungewissheit ist nicht automatisch eine Gefahr und Bedrohung.

Funding Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

Interessenkonflikt B. Lübke, I. Stangen und J. Schwanewedel geben an, dass kein Interessenkonflikt besteht.

Open Access Dieser Artikel wird unter der Creative Commons Namensnennung 4.0 International Lizenz veröffentlicht, welche die Nutzung, Vervielfältigung, Bearbeitung, Verbreitung und Wiedergabe in jeglichem Medium und Format erlaubt, sofern Sie den/die ursprünglichen Autor(en) und die Quelle ordnungsgemäß nennen, einen Link zur Creative Commons Lizenz beifügen und angeben, ob Änderungen vorgenommen wurden. Die in diesem Artikel enthaltenen Bilder und sonstiges Drittmaterial unterliegen

⁷ So arbeitet Frick (2014) heraus, dass in der gängigen Kompetenzdefinition nach Weinert nicht nur die Bereitschaft zur Problemlösung vorausgesetzt wird, sondern auch die erfolgreiche Problembewältigung als solches.

ebenfalls der genannten Creative Commons Lizenz, sofern sich aus der Abbildungslegende nichts anderes ergibt. Sofern das betreffende Material nicht unter der genannten Creative Commons Lizenz steht und die betreffende Handlung nicht nach gesetzlichen Vorschriften erlaubt ist, ist für die oben aufgeführten Weiterverwendungen des Materials die Einwilligung des jeweiligen Rechteinhabers einzuholen. Weitere Details zur Lizenz entnehmen Sie bitte der Lizenzinformation auf <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.de>.

Literatur

- Abrams, E., Southerland, S., & Silva, P. (Hrsg.). (2007). *Inquiry in the classroom: Realities and opportunities*. IAP.
- Aditomo, A., & Klieme, E. (2019). Forms of inquiry-based science instruction and their relations with learning outcomes: evidence from high and low-performing education systems. *International Journal of Science Education*, 42, 504–525.
- Aktamış, H., Hığde, E., & Özden, B. (2016). Effects of the inquiry-based learning method on students' achievement, science process skills and attitudes towards science: a meta-analysis science. *Journal of Turkish Science Education*, 13(4), 248–261.
- Akuma, F. V., & Callaghan, R. (2019). A systematic review characterizing and clarifying intrinsic teaching challenges linked to inquiry-based practical work. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(5), 619–648.
- Antonio, R. P., & Prudente, M. S. (2024). Effects of inquiry-based approaches on students' higher-order thinking skills in science: a meta-analysis. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 12(1), 251–281.
- Arnold, J. (2015). *Die Wirksamkeit von Lernunterstützungen beim Forschenden Lernen*. LOGOS.
- Bähr, I., Lübke, B., Michalik, K., Berding, T., Chiotoroiu, I. B., Hanke, M., Iwers, T., Killus, D., Krieger, C., Kruska, J., Schwanewedel, J., Sprenger, S., Stabick, O., Struck, C., Yilmaz, S. M., Bonnet, A., & Paseka, A. (im Druck). Uncertainty in the context of school and teacher education in educational science literature—a systematic review. *Review of Educational Research*.
- Banchi, H., & Bell, R. (2008). The many levels of inquiry. *Science and Children*, 46(2), 26–29.
- Basten, M., Mertens, C., Schöning, A., & Wolf, E. (Hrsg.). (2020). *Forschendes Lernen in der Lehrerbildung: Implikationen für Wissenschaft und Praxis*. Waxmann.
- Baur, A., Xenofontos, N., & Papaevripidou, M. (2022). Inquiry-based Learning (Forschendes Lernen). In A. Baur et al. (Hrsg.), *Differenzierung beim Inquiry-based Learning im naturwissenschaftlichen Unterricht* (S. 34–59). Beltz Juventa.
- Bell, R. L., Smetana, L., & Binns, I. (2005). Simplifying inquiry instruction. *Science Teacher*, 72(7), 30–33.
- Blauza, S., Kremer, K., & Heuckmann, B. (2025). An integrative framework for navigating uncertainty in science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 62(10), 2216–2237.
- Bohnsack, R. (2017). *Praxeologische Wissenssoziologie*. utb.
- Bonnet, A., Bausell, S. B., Glazier, J. A., & Rosemann, I. (2020). No room for uncertainty—curricular and Assessment pressures as driving forces for teachers' actions. *Zeitschrift für sportpädagogische Forschung*, 8(1), 23–44.
- Bonnet, A., Paseka, A., & Proske, M. (2021). Ungewissheit zwischen unhintergebarer Grundstruktur und inszenierter Bildungsgelegenheit. *ZISU*, 10, 3–24.
- Bruckermann, T., Arnold, J., Kremer, K., & Schlüter, K. (2017). Forschendes Lernen in der Biologie. In T. Bruckermann & K. Schlüter (Hrsg.), *Forschendes Lernen im Experimentalpraktikum Biologie: Eine praktische Anleitung für die Lehramtsausbildung Biologie* (S. 11–26). Springer.
- Buerk, S. (2021). Inquiry learning models and gifted education: a curriculum of innovation and possibility. In T. A. Kettler (Hrsg.), *Modern curriculum for gifted and advanced academic students* (S. 129–170). Routledge.
- Combe, A., Paseka, A., & Keller-Schneider, M. (2018). Ungewissheitsdynamiken des Lehrerhandelns. In A. Paseka, M. Keller-Schneider & A. Combe (Hrsg.), *Ungewissheit als Herausforderung für pädagogisches Handeln* (S. 53–79). Springer.
- Corbin, J., & Strauss, A. (2015). *Basics of qualitative research*. SAGE.
- Correia, C. F., & Harrison, C. (2020). Teachers' beliefs about inquiry-based learning and its impact on formative assessment practice. *Research in Science & Technological Education*, 38(3), 355–376.
- Dah, N. M., Noor, M. S. A. M., Kamarudin, M. Z., & Azziz, S. S. S. A. (2024). The impacts of open inquiry on students' learning in science: a systematic literature review. *Educational Research Review*, 100601.

- DWDS (2025). *DWDS – Digitales Wörterbuch der deutschen Sprache. Das Wortauskunftssystem zur deutschen Sprache in Geschichte und Gegenwart*. Berlin-Brandenburgischen Akademie der Wissenschaften. <https://www.dwds.de/>, abgerufen am 28.05.2025
- Frick, S. (2014). Bildung vs. Kompetenz: Wenn Sprache Welt verändert.... *Vierteljahrsschrift für wissenschaftliche Pädagogik*, 90(2), 294–307.
- Hanke, M., & Lübke, B. (2025). Klimabildung in der VUCA-Welt: Mit Ungewissheiten und Unsicherheiten umgehen (lernen). In D. Höttecke, S. Heinicke, H. Martens, A. Nehring & T. Rabe (Hrsg.), *Handbuch Klimabildung* (S. 473–500). Springer.
- Helsper, W. (2003). Ungewissheit im Lehrerhandeln als Aufgabe der Lehrerbildung. In W. Helsper, R. Hörster & J. Kade (Hrsg.), *Ungewissheit. Pädagogische Felder im Modernisierungsprozess* (S. 142–161). Velbrück.
- Hinzke, J.-H. (2024). Forschendes Lernen zwischen routinisierter Gewissheit und krisenhafter Ungewissheit. *ZfPäd*, 4, 505–522.
- Hinzke, J.-H., Gesang, J., & Besa, K.-S. (2021). Ungewissheit im unterrichtlichen Lehrer*innenhandeln. Zur Erfahrung von Ungewissheit zwischen Norm, Theorie und Habitus. *ZISU*, 10, 56–69.
- Hinzke, J.-H., Boldt, V.-P., & Damm, A. (2023). Ungewissheit als ‚Treiber‘ von Professionalisierungsprozessen? Interpretationen von Gruppendiskussionen mit Lehramtsstudierenden zu Beginn von Veranstaltungen forschenden Lernens. In J.-H. Hinzke & M. Keller-Schneider (Hrsg.), *Professionalität und Professionalisierung von Lehrpersonen. Perspektiven, theoretische Rahmungen und empirische Zugänge* (S. 73–93). Klinkhardt.
- Hodson, D. (2014). Learning science, learning about science, doing science: different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2534–2553.
- Hofer, E., Abels, S., & Lembens, A. (2018). Inquiry-based learning and secondary chemistry education—a contradiction? *RISTAL*, 1/2018, 51–65.
- Höner, K., & Schwanewedel, J. (2023). Mit Forschendem Lernen Potenziale im naturwissenschaftlichen Unterricht finden und fördern. In C. Fischer, C. Fischer-Ontrup, F. Käpnick, N. Neuber & C. Reintjes (Hrsg.), *Potenziale erkennen – Talente entwickeln – Bildung nachhaltig gestalten. Beiträge aus der Begabungsförderung* (S. 13–30). Waxmann.
- Höttecke, D., & Schecker, H. (2021). Unterrichtskonzeptionen für Nature of Science (NOS). In T. Wilhelm, H. Schecker & M. Hopf (Hrsg.), *Unterrichtskonzeptionen für den Physikunterricht: Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis* (S. 401–433). Springer.
- Jank, W., & Meyer, H. (2005). *Didaktische Modelle*. Cornelsen.
- Kampourakis, K., & McCain, K. (2020). *Uncertainty. How it makes science advance*. Oxford University Press.
- Kang, J., & Keinonen, T. (2018). The effect of student-centered approaches on students’ interest and achievement in science: relevant topic-based, open and guided inquiry-based, and discussion-based approaches. *Research in Science Education*, 48, 865–885.
- Käpnick, F. (2022). Begabungserkennung und Begabungsförderung im MINT-Unterricht: Relevanz und aktueller Forschungsstand. In G. Weigand et al. (Hrsg.), *Dimensionen der Begabungsförderung in der Schule* (S. 223–234). wbv.
- Kausar, F.N., Anwer, M., Massey, A.R., Mussawar, B., Javeid, U., & Aftab, M.A. (2024). Investigating the benefits and challenges of implementing inquiry-based learning approaches in early childhood education. *Social Science Review Archives*, 2(2), 1174–1182.
- Kirschner, P.A., Sweller, J., & Clark, R.E. (2006). Why minimal guidance during instruction does not work. An analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41(2), 75–86.
- Klahr, D. (2000). *Exploring science: the cognition and development of discovery processes*. MIT Press.
- Knorr Cetina, K. (1999). *Epistemic cultures: how the sciences make knowledge*. Harvard University Press.
- Kotuláková, K. (2019). Importance of teachers’ beliefs in development of scientific literacy. *Chemistry-Didactics-Ecology-Metrology*, 24(1), 77–87.
- Kriewaldt, J., Robertson, L., Ziebell, N., & Lee, S.J. (2024). Comparing teacher beliefs and actions during collaborative geographical inquiry. *Geographical Research*, 62(4), 569–584.
- Kruse, J. (2015). *Qualitative Interviewforschung*. Beltz Juventa.
- Kuhn, D. (2005). *Education for thinking*. Harvard University Press.
- Latour, B. (1987). *Science in Action. How to follow scientists and engineers through society*. Harvard University Press.
- Lazonder, A.W., & Harmsen, R. (2016). Meta-analysis of inquiry-based learning: Effects of guidance. *Review of Educational Research*, 86(3), 681–718.

- Illeris, K. (2018). An overview of the history of learning theory. *European Journal of Education*, 53(1), 86–101.
- Lübke, B. (2021). *Biologieunterricht zwischen Gewissheit und Ungewissheit. Eine Grounded-Theory-Studie zur Fachkultur*. Springer VS.
- Lübke, B. (2025). Uncertainty in biology classrooms: a matter of disciplinary culture? *Teachers and Teaching*, 31(2), 263–280.
- Lübke, B., & Heuckmann, B. (2024). Umgang mit Ungewissheit als Charakteristikum von Nature of Science – Eine Begriffsbestimmung und Konzeptionalisierung für die Integration in Lehr-Lernkonzepte. In B. Reinisch, D. Krüger & D. Mahler (Hrsg.), *Biologiedidaktische Nature of Science-Forschung: Zukunftsweisende Praxis* (S. 59–70). Springer.
- Luhmann, N., & Schorr, K.E. (1986). *Zwischen Intransparenz und Verstehen. Fragen an die Pädagogik*. Suhrkamp.
- Mieg, H.A., & Lehmann, J. (Hrsg.). (2017). *Forschendes Lernen: Wie die Lehre in Universität und Fachhochschule erneuert werden kann*. Campus.
- Nowotny, H. (2016). *The cunning of uncertainty*. Polity Press.
- Olschewski, P., Herzmann, P., & Schlüter, K. (2023). Forschendes Lernen im Lehramtsstudium Biologie. Dokumentarische Rekonstruktionen studentischer Experimentierprozesse. *ZfDN*, 29(1), 2.
- Paseka, A., & Schrittemser, I. (2018). Muster von Schließungen im Unterricht: Über fruchtbare Momente in Lernprozessen und wie sie unerkannt verstreichen. In A. Paseka, M. Keller-Schneider & A. Combe (Hrsg.), *Ungewissheit als Herausforderung für pädagogisches Handeln* (S. 31–52). Springer.
- Paseka, A., Hinzke, J.-H., Feld, I., & Krammer, G. (2022). Forschendes Lernen in der universitären Lehrerinnenbildung. Ergebnisse einer explorativen Längsschnittstudie zur Förderung von Forschungskompetenz und Forschungsinteresse in Forschungswerkstätten an der Universität Hamburg. *Zeitschrift für Bildungsforschung*, 12(1), 81–108.
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L.A., De Jong, T., Van Riesen, S.A., Kamp, E.T., & Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational research review*, 14, 47–61.
- Pocalana, G., Robutti, O., & Liljedahl, P. (2023). Inquiry activities are not for everyone: teachers' beliefs and professional development. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 54(8), 1557–1580.
- Reitinger, J. (2013). *Forschendes Lernen: Theorie, Evaluation und Praxis in naturwissenschaftlichen Lernarrangements*. Barbara Budrich.
- Rönnebeck, S., Bernholt, S., & Ropohl, M. (2016). Searching for a common ground—A literature review of empirical research on scientific inquiry activities. *Studies in Science Education*, 52(2), 161–197.
- Sam, R. (2024). Systematic review of inquiry-based learning: assessing impact and best practices in education. *F1000Research*, 13, 1045.
- Schwanewedel, J. (2024). Gewiss ungewiss?! Ungewissheit als konstitutives Element der Naturwissenschaften verstehen lernen. *Friedrich Jahresheft*, 2024(1), 96–99.
- Schwanewedel, J., Lübke, B., & Ohlhoff, D. (2023). Ungewissheit und Biologie!? Ungewissheit als Wesensmerkmal der Biologie denken lernen. *Unterricht Biologie*, 487, 2–9.
- Schwartz, R.S., Lederman, J.S., & Enderle, P.J. (2023). Scientific inquiry literacy: the missing link on the continuum from science literacy to scientific literacy. In N.G. Lederman, D.L. Zeidler & J.S. Lederman (Hrsg.), *Handbook of research on science education* (S. 749–782). Routledge.
- Spronken-Smith, R., Walker, R., Batchelor, J., O'Steen, B., & Angelo, T. (2011). Enablers and constraints to the use of inquiry-based learning in undergraduate education. *Teaching in Higher Education*, 16(1), 15–28.
- Strauss, A., & Corbin, J. (1996). *Grounded Theory. Grundlagen Qualitativer Sozialforschung*. Beltz.
- Strübing, J. (2014). *Grounded Theory: Zur sozialtheoretischen und epistemologischen Fundierung eines pragmatischen Forschungsstils*. Springer.

Hinweis des Verlags Der Verlag bleibt in Hinblick auf geografische Zuordnungen und Gebietsbezeichnungen in veröffentlichten Karten und Institutsadressen neutral.