

Professionalisierung für einen inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht

–

Beforschung und Entwicklung professioneller Kompetenzen angehender Lehrkräfte mit dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU)

Von der Fakultät Nachhaltigkeit
der Leuphana Universität Lüneburg zur Erlangung des Grades

Doktorin der Philosophie*

– Dr. phil. –

genehmigte Dissertation von
Sarah Brauns

geboren am 17.09.1991 in Lüneburg

Eingereicht am: 26. August 2021

Mündliche Verteidigung (Disputation) am: 20. Dezember 2021

Erstbetreuerin und -gutachterin:

Prof. Dr. Simone Abels

Zweitgutachterin:

Prof. Dr. Silvija Markic

Drittgutachter:

Prof. Dr. Jürgen Menthe

Die einzelnen Beiträge des kumulativen Dissertationsvorhabens sind oder werden ggf. inkl. des Rahmenpapiers wie folgt veröffentlicht: siehe Publikationsliste Anhang.

Danksagung

Als Simone Abels und ich während meines Masterstudiums im Labor den Superabsorber aus Windeln geschüttelt haben, habe ich ihr schon mit bestimmter Stimme gesagt, dass ich gerne promovieren möchte, bevor ich in die Schule gehe. Um dieses Ziel zu erreichen, hat mich meine Betreuerin Simone Abels unterstützt und dafür bin ich ihr sehr dankbar. Die Betreuung deiner Doktorand*innen war immer eine Priorität für dich, obwohl du eine sehr beschäftigte Person bist. Wenn ich deinen Rat gebraucht habe, hast du immer ein Ohr für mich gehabt. Dabei hast du mir aber alle Freiheiten gelassen, um mich selbst zu entwickeln. Wir haben sehr produktiv zusammengearbeitet und eine Reihe an Vorträgen, Netzwerkarbeiten und Publikationen entwickelt. Ich hätte mir für diesen Weg keine bessere Begleitung vorstellen können.

Zudem bin ich dankbar für die gegenseitige Unterstützung im Nawi-In Projekt mit Daniela Egger, Katja Sellin, Matthias Barth und unseren studentischen Hilfskräften. Gemeinsam haben wir alle Hürden der Projektarbeit gemeistert, uns gegenseitig beraten, Feedback gegeben und auf Konferenzen tolle Erfahrungen gemacht. Ohne die Projektleitung von Nawi-In durch Simone Abels und die Förderung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (01NV1731) gäbe es diese Doktorarbeit nicht. Ich bin dankbar für diese Förderung meiner Arbeit und dass ich mein Dissertationsprojekt entlang der Ziele des Nawi-In Projekts gestalten konnte.

Ein besonderer Dank geht auch an die Arbeitsgruppe der Didaktik der Naturwissenschaften der Leuphana Universität Lüneburg. Ihr habt euch immer für meine Arbeit interessiert und mich beraten, wenn ich Fragen hatte oder euch zur Probe einen Vortrag für eine Tagung präsentiert habe. Lisa Stinken-Rösner und Elisabeth Hofer, ganz lieben Dank dafür, dass ihr mir Feedback zu meinen Arbeiten, mir zugehört und mich beraten habt. Ihr habt mir methodisch viel mitgegeben, wobei ich von euren Erfahrungen als Postdocs profitieren konnte.

Des Weiteren danke ich allen Kolleg*innen aus dem Netzwerk inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (NinU). Ihr unterstützt und fördert junge Wissenschaftler*innen und wertschätzt die Beiträge, die diese zu dem Netzwerk leisten. Ich konnte nicht nur immer an unserem Austausch partizipieren, durch unsere gemeinsamen Diskussionen wurden bedeutende Erkenntnisse des inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts erlangt, die ich in dieser Arbeit weiterentwickeln konnte. Vielen Dank an Silvija Markic und Jürgen Menthe, dass ihr meine Arbeit begutachtet.

Zur Entwicklung der Erkenntnisse in dieser Arbeit haben ebenfalls das Feedback der Reviews zu den Artikeln dieser Arbeit und die vielzähligen Diskussionen auf den Tagungen beigetragen. Dabei war der Austausch untereinander besonders intensiv und ergiebig bei der ESERA Summer School 2020 und der Organisation des Symposiums der Special Interest Group zur Videoforschung bei der ESERA Jahrestagung 2021. Danke euch, die ich in diesen Gruppen kennenlernen durfte.

Abschließend danke ich meinen Herzensmenschen, besonders meinem Mann Moritz, für die Begleitung auf diesem emotionalen Weg.

Zusammenfassung

Im naturwissenschaftlichen Unterricht werden Hypothesen geprüft, Modelle genutzt, Experimente durchgeführt, Phänomene mit naturwissenschaftlichen Konzepten erklärt, die naturwissenschaftliche Fachsprache verwendet, gesellschaftliche Anliegen über Nachhaltigkeitskriterien erörtert usw. (KMK, 2004a, 2004b, 2004c). Von diesen Charakteristika des naturwissenschaftlichen Unterrichts können Barrieren ausgehen, die dazu führen, dass nicht alle Schüler*innen an dem naturwissenschaftlichen Lernen partizipieren können (Ferreira González et al., 2021). Schüler*innen können Fehlvorstellungen von naturwissenschaftlichen Konzepten entwickeln oder motorische Schwierigkeiten beim Experimentieren zeigen (Schlüter, 2018). Lehrkräfte stehen vor der Aufgabe, den naturwissenschaftlichen Unterricht inklusiv zu gestalten, wobei diese Barrieren reduziert und den Schüler*innen Zugänge geboten werden sollen. Von den Charakteristika naturwissenschaftlichen Unterrichts können nicht nur Barrieren, sondern auch Potentiale zur inklusiven Gestaltung ausgehen (Ferreira González et al., 2021; Abels & Brauns, 2020). Unter anderem können Phänomene anschaulich, verblüffend sowie auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen präsentiert werden (Menthe & Hoffmann, 2015). Insgesamt fühlen sich Lehrkräfte jedoch noch nicht ausreichend vorbereitet, ihren Unterricht inklusiv zu gestalten (van Miegham et al., 2020). Aus diesem Grund fordern Simon und Moser (2019) hochschuldidaktische Lehrformate für die Professionalisierung für den inklusiven Fachunterricht zu entwickeln.

Im BMBF geförderten Projekt Nawi-In (Naturwissenschaftlichen Unterricht inklusiv gestalten) sind wir dieser Forderung nachgegangen, indem die Entwicklung professioneller Kompetenzen für den inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht von Lehramtsstudierenden der Primar- und Sekundarstufe befohrt wurde. Dabei wurden Lehramtsstudierende des naturwissenschaftlichen Primar- und Sekundarstufenunterrichts über drei Semester im Projektbandseminar begleitet. Im ersten Semester haben die Studierenden ihr theoretisches Wissen zum inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht vertieft, im zweiten Semester haben sie im Zuge der Praxisphase (halbjähriges Praktikum in der Schule) eigenen inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht gestaltet, reflektiert und befohrt, im dritten Semester fand die Aufbereitung und Analyse der Daten statt (Brauns et al., 2020). Als Teilprojekt des Nawi-In Projekts setzt diese Arbeit den Schwerpunkt auf drei Fokusse: die Entwicklung des Kategoriensystems inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU), die Beforschung der professionellen Handlungskompetenz sowie der professionellen Wahrnehmung bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts.

Im ersten Fokus geht es sowohl um die Entwicklung und Validierung des KinUs als auch um die Überprüfung der Gütekriterien des KinUs (Brauns & Abels, 2020, 2021b). Zunächst wurden die Charakteristika inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts, die die Kategorien des KinUs 1.0 darstellen, in einem systematischen Review aus der Literatur (n=297) induktiv abgeleitet. Bei diesem Verfahren wurden insgesamt n=935 Kategorien abgeleitet, die sich auf insgesamt vier Abstraktionsebenen von der allgemeinen Hauptkategorien-, über die Subkategorien-, Code- bis hin zur konkreten Subcode-Ebene des KinUs verteilen. Während zunächst n=16 Kategorien die Verbindung naturwissenschaftlicher Charakteristika mit der inklusiven Umsetzung auf der Hauptkategorien-Ebene gebildet haben, waren es nach der Weiterentwicklung und Überarbeitung des KinUs 2.0 n=15 Hauptkategorien. Die Weiterentwicklung des KinUs fand mithilfe der Validierung durch Datentriangulation statt. Durch die Anwendung des KinUs auf Video- und transkribierte Audiodaten wurden fortlaufend weitere Kategorien induktiv abgeleitet. Das KinU 2.0 besitzt insgesamt über alle vier Ebenen n=2117 Kategorien. Zudem wurde die Struktur des KinUs vereinfacht, sodass die inklusiven Zugänge zu jedem naturwissenschaftlichen Charakteristikum bis zur Code-Ebene als ein gleichbleibendes Muster abgebildet werden können. Mit der Überarbeitung des KinUs wurden die Gütekriterien der qualitativen Forschung empirische Fundierung, Reproduzierbarkeit, Reliabilität, Kohärenz und Limitationen sowie Übertragbarkeit überprüft und begründet bestätigt.

Der zweite Fokus bezieht sich auf die Entwicklung und Beforschung der professionellen Handlungskompetenz der Lehramtsstudierenden bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts (Brauns & Abels, eingereicht, in Vorb. a, in Vorb. b). Dabei wurde analysiert, welche inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika Lehramtsstudierende in ihrem Unterricht implementieren, wie sich ihre professi-

onelle Handlungskompetenz während der Praxisphase entwickelt sowie welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten sich für die Primar- und Sekundarstufen bzgl. ihrer professionellen Handlungskompetenz ergeben. Dafür wurden die Unterrichtsvideos, die die Studierenden während der Praxisphase jeweils zweimal von ihrem eigenen Unterricht angefertigt haben, mit dem KinU qualitativ inhaltlich analysiert. Insgesamt haben die Studierenden zwar unterschiedliche Zugänge auf der Subkategorien-Ebene zum naturwissenschaftlichen Unterricht implementiert, allerdings haben sie den Schüler*innen innerhalb dieser Zugänge nur selten verschiedene Optionen geboten. Das bedeutet, dass Studierende beispielsweise zur Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden zwar einen bestimmten Grad an Offenheit und ausgewählte kommunikative Zugänge gestaltet haben, innerhalb der Offenheitsgrade aber nur das geleitete Experimentieren für alle Schüler*innen angeboten haben. Im Vergleich der Schulstufen zeigt sich, dass sich die zunehmende Fachlichkeit von der Primar- zur Sekundarstufe widerspiegelt. Insgesamt haben die Studierenden von dem ersten zum zweiten Unterrichtsvideo zunehmend mehr inklusiv naturwissenschaftliche Charakteristika in ihren Unterricht implementiert.

Im dritten Fokus wurde die professionelle Wahrnehmung von Lehramtsstudierenden bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts befohrt (Brauns & Abels, in Vorb. a, in Vorb. b). Dabei wurde analysiert, welche inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika Lehramtsstudierende wahrnehmen, wie sich ihre professionelle Wahrnehmung entwickelt sowie welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten sich für die Primar- und Sekundarstufe bzgl. ihrer professionellen Wahrnehmung ergeben. Dafür wurden video-stimulierte Reflexionen durchgeführt, wobei die Studierenden Videoszenen bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts beschreiben, interpretieren sowie Handlungsalternativen generieren sollten. Bei den Video-Stimulated Reflections (VSRef) haben die Studierenden eine Videovignette aus einem Sachunterricht zum Thema Löslichkeit reflektiert. Die VSRefs wurden zu drei Zeitpunkten durchgeführt: vor dem ersten Mastersemester und vor sowie nach der Praxisphase im zweiten Mastersemester. Zudem wurden während der Praxisphase jeweils zweimal mit allen Studierenden Video-Stimulated Recalls (VSR) durchgeführt. Dabei haben die Studierenden Ausschnitte ihrer eigenen Unterrichtsvideos reflektiert. Sowohl die VSRef als auch die VSR wurden transkribiert und mit dem KinU qualitativ inhaltlich analysiert. Die Lehramtsstudierenden haben zunehmend mehr inklusiv naturwissenschaftliche Charakteristika in den eigenen und fremden Unterrichtsvideos wahrgenommen. Zwischen den Schulstufen waren nur geringe Unterschiede zu erkennen. Am häufigsten haben die Studierenden Zugänge zur inklusiven Gestaltung der Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden wahrgenommen.

Insgesamt zeigt sich, dass die Lehramtsstudierenden ihre professionellen Kompetenzen bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts weiterentwickeln konnten. Zudem wurde mit der Entwicklung des KinUs ein Kategoriensystem zur Beforschung und ein Unterstützungsraster für Lehrkräfte zur Gestaltung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts geschaffen. Als Mehrwert für weitere Erkenntnisse im Bereich des inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts ist es interessant, weitere Daten in die Analyse der professionellen Kompetenzen (angehender) Lehrkräfte einzubeziehen. Beispielsweise können Schüler*innen beobachtet werden, inwiefern sie partizipieren, um mit Bezug auf die Implementierung inklusiv naturwissenschaftlicher Charakteristika Rückschlüsse zu ziehen, inwieweit der naturwissenschaftliche Unterricht tatsächlich inklusiv gestaltet wurde.

Abstract

In science education, hypotheses are tested, models are used, experiments are carried out, phenomena are explained with scientific concepts, scientific terminology is used, social concerns are discussed about sustainability criteria, etc. (KMK, 2004a, 2004b, 2004c). These characteristics of science education can lead to barriers that prevent all students from participating in science learning (Ferreira González et al., 2021; Abels & Brauns, 2020). Students may develop misconceptions about scientific concepts or show motor difficulties when experimenting (Schlüter, 2018). Teachers are challenged to make science education inclusive by reducing these barriers and providing access for students. Inclusive approaches to science education can be implemented through the potentials of the characteristics of science education (Ferreira González et al., 2021). Among other things, phenomena can be presented vividly, amazingly as well as at different levels of abstraction (Menthe & Hoffmann, 2015). Thus, teachers do not yet feel sufficiently prepared to design their lessons inclusively (van Miegham et al., 2020). For this reason, Simon and Moser (2019) call for developing university education formats for professionalisation for inclusive subject teaching.

In the BMBF-funded project “Teaching Science Education Inclusively” (Nawi-In), we followed up on this demand by researching the development of professional competencies for inclusive science education among student teachers at primary and secondary level. This involved student teachers of primary and secondary science education being accompanied over three semesters in the project seminar. In the first semester the students deepened their theoretical knowledge of inclusive science education, in the second semester they designed their own inclusive science lessons in the course of the practical phase (six-month internship in school), and in the third semester the follow-up to the practical phase took place (Brauns et al., 2020). As a sub-project of the Nawi-In project, this work focuses on three areas: the development of the Framework for Inclusive Science Education, research professional action competency and professional noticing with regard to inclusive science education.

The first focus is on the development and validation of the Framework as well as on the verification of the quality criteria of the Framework (Brauns & Abels, 2020, 2021b). First, the characteristics of inclusive science education, which represent the categories of the Framework 1.0, were inductively derived from the literature (n=297) in a systematic review. In this procedure, a total of n=935 categories were derived, which are distributed over a total of four levels of abstraction from the general main category level, to the subcategory level, code level and concrete subcode level of the Framework. While initially n=16 categories constituted the connection of scientific characteristics with inclusive implementation on the main category level, after further development and revision to Framework 2.0 it was n=15 main categories. The further development of the Framework was conducted by validation through data triangulation. Through the application of the Framework to video and transcribed audio data, further categories were continuously derived inductively. The Framework 2.0 contains a total of n=2117 categories. In addition, the structure of the Framework was simplified so that the same inclusive approaches to the various science specifics are repeated up to the code level. With the revision of the Framework, the quality criteria of qualitative research - empirical foundation, reproducibility, reliability, coherence and limitations as well as transferability - were verified and approved.

The second focus relates to the development and research of the professional action competency of student teachers with regard to inclusive science education (Brauns & Abels, submitted, in prep. a, in prep. b). The study analysed which inclusive science characteristics student teachers implement in their teaching, how their professional action competency develops during the practical phase, and which differences and similarities emerge for the primary and secondary levels with regard to their professional action competency. For this purpose, the classroom videos that the students made of their own lessons twice during the practical phase were analysed qualitatively with the Framework. Overall, the students implemented different approaches at the subcategory level to science education, but there were no options within these approaches. This means that, for example, students designed a certain degree of openness and selected communicative approaches to the application of scientific investigation methods, but within the degrees of openness they only offered guided experimentation for all students. A comparison of the school levels shows that the increasing subject matter from primary to secondary level is reflected

in the coding of the Framework. Overall, from the first to the second classroom video, the student teachers increasingly implemented more inclusive science characteristics in their lessons.

In the third focus, the professional perception of student teachers regarding inclusive science education was researched (Brauns & Abels, in prep. a, in prep. b). It was analysed which inclusive science characteristics student teachers notice, how their professional noticing develops, and which differences and similarities emerge for the primary and secondary levels with regard to their professional perception. For this purpose, video-stimulated reflections were carried out, in which the students were asked to describe and interpret video scenes regarding inclusive science education and to generate alternative actions. In the Video-Stimulated Reflections (VSRef), student teachers reflected on a video vignette with a science lesson on the topic of solubility. The VSRefs were conducted at three times: before the first semester, before and after the practical phase. In addition, Video-Stimulated Recalls (VSR) were conducted twice with all students during the practical phase. During the VSR, the students reflected on excerpts from their own classroom videos. Both the VSRef and the VSR were transcribed and qualitatively analysed with the Framework for Inclusive Science Education. The student teachers increasingly noticed more inclusive science characteristics in their own and others' classroom videos. Only minor differences were evident between the school levels. The students most frequently noticed approaches to the inclusive design of the application of scientific research methods.

Overall, it is evident that the student teachers were able to further develop their professional competencies with regard to inclusive science education. In addition, with the development of the Framework, a category system for research and a guideline for teachers for the design of inclusive science education was created. An added value for further findings in the field of inclusive science education is the interesting consideration of further data in the analysis of the professional competencies of (student) teachers. For example, students can be asked about their perception of participation in order to draw conclusions about the implementation of inclusive science characteristics and the extent to which science education is actually designed inclusively.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	1
2. Aufbau der Arbeit	3
3. Theorie und Forschungsstand	5
3.1 Verständnis eines inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts	5
3.1.1 Inklusiver Unterricht	5
3.1.2 Naturwissenschaftlicher Unterricht	6
3.1.3 Inklusiv naturwissenschaftlicher Unterricht	8
3.2 Professionalisierung für die Unterrichtspraxis	10
3.2.1 Professionelles Wissen von Lehrkräften	11
3.2.1.1 Inklusiv Pädagogisches Wissen (iPK)	12
3.2.1.2 Naturwissenschaftsdidaktisches Wissen (PCK)	14
3.2.1.3 Inklusiv naturwissenschaftsdidaktisches Wissen (iPCK)	16
3.2.2 Professionelle Kompetenz von Lehrkräften und ihre Performanz	19
3.2.2.1 Professionelle Handlungskompetenz bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts	21
3.2.2.2 Professionelle Wahrnehmung bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts	24
3.3 Modell zur Professionalisierung für einen inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht	27
3.3.1 Professionalisierung während der Praxisphase	29
3.3.2 Professionalisierung durch Video-stimulierte Reflexionen	30
4. Forschungsfokus und Forschungsfragen	34
4.1 Fokus 1. Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht	34
4.2 Fokus 2. Professionelle Handlungskompetenz	35
4.3 Fokus 3. Professionelle Wahrnehmung	36
5. Forschungsfeld	37
6. Methoden	39
6.1 Ethik	39
6.2 Fokus 1. Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht	39
6.2.1 Entwicklung des KinUs	39
6.2.2 Überprüfen der Güte des KinUs	40
6.3 Fokus 2. Professionelle Handlungskompetenz	41
6.4 Fokus 3. Professionelle Wahrnehmung	42
6.4.1 Video-Stimulated Reflections	42

6.4.2 Video-Stimulated Recalls.....	43
7. Ergebnisse	44
7.1 Fokus 1. Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht	44
7.1.1 Entwicklung des KinUs	44
7.1.2 Überprüfen der Güte des KinUs	49
7.2 Fokus 2. Professionelle Handlungskompetenz	50
7.2.1 Implementierung inklusiv naturwissenschaftlicher Charakteristika im Unterricht	50
7.2.2 Entwicklung der professionellen Handlungskompetenz	51
7.2.3 Vergleich der professionellen Handlungskompetenz der Primar- und Sekundarstufenstudierenden	51
7.3 Fokus 3. Professionelle Wahrnehmung.....	52
7.3.1 Wahrnehmung inklusiv naturwissenschaftlicher Charakteristika	53
7.3.2 Entwicklung der professionellen Wahrnehmung	54
7.3.3 Vergleich der professionellen Wahrnehmung der Primar- und Sekundarstufenstudierenden	55
8. Diskussion und Limitationen	56
8.1 Fokus 1. Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht	57
8.2 Fokus 2. Professionelle Handlungskompetenz	58
8.2.1 Implementierung inklusiv naturwissenschaftlicher Charakteristika im Unterricht	58
8.2.2 Entwicklung der professionellen Handlungskompetenz	60
8.2.3 Vergleich der professionellen Handlungskompetenz der Primar- und Sekundarstufenstudierenden	61
8.3 Fokus 3. Professionelle Wahrnehmung.....	62
8.3.1 Wahrnehmung inklusiv naturwissenschaftlicher Charakteristika	63
8.3.2 Entwicklung der professionellen Wahrnehmung	64
8.3.3 Vergleich der professionellen Wahrnehmung der Primar- und Sekundarstufenstudierenden	65
8.3.4 Vergleich der professionellen Wahrnehmung in Eigen- und Fremdreflexionen	66
9. Methodenreflexion	68
9.1 Fokus 1. Entwicklung und Anwendung des KinUs	68
9.2 Fokus 2. Videografie	68
9.3 Fokus 3. Video-stimulierte Reflexionen	69
10. Fazit	71

11. Ausblick.....	73
Literaturverzeichnis	74

Anhang

Digitaler Anhang

Übersicht über die in der Dissertation enthaltenen Beiträge

- | | |
|-----------|--|
| Beitrag 1 | Die Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden inklusiv gestalten – Naturwissenschaftsdidaktische Theorie und Empirie erweitern mit dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU) |
| Beitrag 2 | Forschendes Lernen im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht |
| Beitrag 3 | Forschendes Lernen auf Hochschul- und Unterrichtsebene beforschen |
| Beitrag 4 | The Framework for Inclusive Science Education |
| Beitrag 5 | Videoanalyse mit dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU) |
| Beitrag 6 | Validating the Framework for Inclusive Science Education by Analysing Pre-Service Teachers' Video-Stimulated Reflections |
| Beitrag 7 | Angehende Lehrpersonen der Primar- und Sekundarstufe gestalten inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht – eine Videostudie mit dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU) |
| Beitrag 8 | Validation and Revision of the Framework for Inclusive Science Education |
| Beitrag 9 | Analysing Pre-Service Teachers' Video-Stimulated Recalls with the Framework for Inclusive Science Education |

Lebenslauf

Erklärung zur Doktorarbeit

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1. Doppelter Fokus dieser Arbeit (verändert nach Brauns & Abels, 2021b, S. 72).....	4
Abb. 2 NinU Raster (Stinken-Rösner et al., 2020, S. 37).....	18
Abb. 3. Professionalisierung für einen inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht (weiterentwickelt von Baumert & Kunter, 2006; Blömeke et al., 2015a; Cheetham & Chivers, 1996; Meschede et al., 2017)	27
Abb. 4. Ablauf und Beforschung des Projektband Seminars (verändert nach Brauns et al., 2020, S. 208)	38
Abb. 5. KinU 1.0 (translated after Brauns & Abels, 2021b, S. 3)	45
Abb. 6. Abstraktionsebenen des KinUs (Brauns & Abels, 2020, S. 13)	45
Abb. 7. Änderungen der Hauptkategorien durch die Validierung (translated after Brauns & Abels, 2021b, S. 16).....	46
Abb. 8. Das KinU 2.0 (translated after Brauns & Abels, 2021b, S. 18)	47
Abb. 9. Induktive Erweiterung der Kategorienebenen der Hauptkategorien des KinUs (Brauns & Abels, 2021b, S. 19) (dunkle Farben Anzahl der Kategorien KinU 1.0, helle Farben Anzahl der Kategorien KinU 2.0)	48
Abb. 10. Verteilung der kodierten Kategorien in den Unterrichtsvideos (Brauns & Abels, eingereicht, n.p)	50
Abb. 11. Verteilung der Codeanteile der Studierenden der Primar- und Sekundarstufe. Signifikante Unterschiede sind mit Sternchen gekennzeichnet ($p < .05$) (Brauns & Abels, eingereicht, n.p.).	52
Abb. 12. Verteilung der kodierten Kategorien in den VSR (Brauns & Abels, in Vorb. a, n.p.).....	54
Abb. 13. Entwicklung der kodierten Kategorien nach KinU (=Framework), PCK und PK von der ersten zur zweiten VSR (Brauns & Abels, in Vorb. a, n.a.)	55
Abb. 14. Verteilung der kodierten Kategorien in den VSRef. Signifikante Unterschiede mit Sternchen markeiert ($p < .05$) (Brauns & Abels, in Vorb. b, n.p.).	56

Tabellenverzeichnis

Tab. 1. Übersicht der Daten	38
-----------------------------------	----

1. Einleitung

In den letzten zehn Jahren ist die Anzahl der Publikationen zum inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht stark gestiegen (Brauns & Abels, 2020). Dabei wurden in der Stichprobe des systematischen Literaturreviews (n=297) aus Brauns und Abels (2020) in nur etwa 6 % aller Arbeiten Lehramtsstudierende beforscht. Lehrkräfte wurden in lediglich etwa 13 % der Arbeiten zum inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht fokussiert. Häufiger wurde der Schwerpunkt der Arbeiten zum inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht auf Schüler*innen gesetzt. Diese Ergebnisse verdeutlichen das Desiderat in der Beforschung professioneller Kompetenzen von Lehramtsstudierenden und Lehrkräften für einen inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht. Zudem ist durch fehlende Forschungsarbeiten und Publikationen unklar, inwieweit die professionellen Kompetenzen von Lehrkräften bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts entwickelt bzw. definiert sind. Weitere Desiderate des inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts wurden bereits in Menthe und Hoffmann (2015) aufgeführt: Forderungen nach Praxiserfahrungen, um Schlussfolgerungen für eine erfolgreiche Gestaltung von inklusivem Unterricht abzuleiten, konkreten Hilfen zur Planung und Umsetzung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts sowie evaluierten Handreichungen für Lehrkräfte. Folglich ist nicht überraschend, dass Lehrkräfte sich immer noch nicht genug auf den inklusiven Unterricht vorbereitet fühlen (van Miegheam et al., 2020). Dabei sind Lehrkräfte interessiert daran, sich mit den Inhalten inklusiven Unterrichts aktiv auseinanderzusetzen (Görel, 2019). Um Lehrkräfte adäquat auf inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht vorbereiten zu können, bedarf es an empirisch konzipierten Arbeiten sowohl zum inklusiven Unterricht (Amor et al., 2019) als auch zum inklusiv naturwissenschaftlichen Unterricht (Brauns & Abels, 2020). Die in dieser Dissertation dargestellte und diskutierte Forschungsarbeit hat sich der soeben beschriebenen praxisorientierten Bedarfe angenommen:

- Das Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU) wurde entwickelt, um die Charakteristika inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts konkret abzubilden.
- Dem Begriff der professionellen Kompetenz von Lehrkräften bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts wurde sich genähert.
- Lehramtsstudierende wurden mithilfe von praxisnahen Erfahrungen auf den inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht vorbereitet.
- Die professionelle Handlungskompetenz und professionelle Wahrnehmung von Lehramtsstudierenden bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts wurde mithilfe des KinUs beforscht.
- Die Lehramtsstudierenden konnten ihre professionellen Kompetenzen bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts weiterentwickeln.

Mit dem Fokus auf den inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht folgt diese Arbeit einem weiten Inklusionsverständnis (Florian & Camedda, 2020; Kim et al., 2020;

Schwab et al., 2021). Dabei wird hauptsächlich auf die Kategorisierung von Schüler*innen verzichtet bzw. mit der Kategorisierung sensibilisiert umgegangen (Florian & Spratt, 2013). Kim et al. (2020) reflektieren zudem, dass die Betrachtung von besonderen Bedürfnissen die Gestaltung von Zugängen zwar unterstützen kann, aber auch zur Exklusion führen kann. Daher beschreibt das weite Inklusionsverständnis einen schmalen Grat zwischen der Betrachtung aller Schüler*innen, aber auch ihrer individuellen Potentiale und Bedürfnisse (Dederich, 2020). In Bezug auf den inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht fassen Menthe et al. (2017, S. 801) das weite Verständnis von Inklusion mit dem naturwissenschaftlichen Unterricht zusammen:

„Naturwissenschaftlicher Unterricht trägt zu gelungener Inklusion bei, indem er allen Lernenden – unter Wertschätzung ihrer Diversität und ihrer jeweiligen Lernvoraussetzungen – die Partizipation an individualisierten und gemeinschaftlichen fachspezifischen Lehr-Lern-Prozessen zur Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung ermöglicht“.

Bei dieser Definition wird postuliert, dass Lehrkräfte allen Schüler*innen Partizipation am naturwissenschaftlichen Unterricht ermöglichen. Wie Lehrkräfte diesem Anspruch allerdings gerecht werden können, wurde zuvor weder geklärt, noch gab es handlungsleitende Unterstützungsmaterialien für Lehrkräfte, um inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht umzusetzen. Kullmann et al. (2014) fordern, ein Instrument für die Unterrichtsplanung, -durchführung und -analyse zu entwickeln, das für Lerngruppen mit maximaler Diversität geeignet ist. Aus diesem Grund wurde mit dieser Arbeit ein weiteres Ziel zur Entwicklung des inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts erreicht: Mit dem KinU wurde ein Unterstützungsraster für Lehrkräfte entwickelt, um inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht gestalten und reflektieren zu können. Mit den Desideraten, die in dieser Arbeit angegangen wurden, wurden drei Fokusse verfolgt, die sich auf die Entwicklung des KinUs, der professionellen Handlungskompetenz sowie der professionellen Wahrnehmung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts beziehen. Diese drei Fokusse stellen als Dissertationsprojekt ein Teilprojekt des BMBF geförderten Projekts Nawi-In (Naturwissenschaftlichen Unterricht inklusiv gestalten)¹ dar. In Bezug auf diese drei Fokusse fand die Analyse unterschiedlicher Daten statt, die in diversen Artikeln veröffentlicht wurden und in diesem Rahmen zusammengeführt werden.

¹ gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung, 2018-2021, Fördernummer 01NV1731, Projektleitung Prof. Dr. Simone Abels

2. Aufbau der Arbeit

Im Nawi-In Projekt (Abels et al., 2022) wurde der Frage nachgegangen, welche professionelle Kompetenzentwicklung sich bei Lehramtsstudierenden im Master feststellen ließ (Egger et al., 2020). Zur Beantwortung dieser Frage wurde das Nawi-In Projekt durch insgesamt drei Promotionsarbeiten mit jeweils unterschiedlichen Fokussen beforscht. Auf diese Weise wurden in den drei Teilprojekten verschiedene Facetten der professionellen Kompetenz von Studierenden bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts abgedeckt. Der Fokus dieser Arbeit als ein Teilprojekt liegt auf der Umsetzung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Praxis sowie der professionellen Wahrnehmung der Studierenden.

Diese Arbeit ist in zwei parallellaufende Stränge aufgeteilt (Abb. 1). Der linke Strang beschreibt die Entwicklung des Kategoriensystems inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU), welches zunächst systematisch aus der Literatur abgeleitet wurde (Brauns & Abels, 2020), bevor es in einem Validierungsprozess in der Praxis verifiziert und weiterentwickelt wurde (Brauns & Abels, 2021b). Dabei wurde das KinU zunächst zur Analyse von Unterrichtsvideos und -fremdreflexionen (Video-Stimulated Reflection, VSRef) eingesetzt. Der erste Validierungsschritt bestand darin, die in den VSRef zur Reflexion eingesetzte Videovignette mit dem KinU zu analysieren (Brauns & Abels, 2021b). Auf diese Weise wurde mit der Analyse der Videovignette nicht nur das KinU überprüft, sondern auch eine Referenznorm erstellt. Das bedeutet, dass mithilfe des KinUs aufgezeigt werden konnte, welche inklusiv naturwissenschaftlichen Aspekte insgesamt in den Videos sichtbar waren und die Studierenden somit bei den VSRef hätten wahrnehmen können. Diese Referenz diente dem Vergleich mit den von den Studierenden tatsächlich während der Unterrichtsreflexionen verbalisierten Aspekten. Bevor die Eigenreflexionen (Video-Stimulated Recall, VSR) mit dem KinU analysiert wurden (Brauns & Abels, in Vorb. a), wurden die bereits erzielten Ergebnisse in einer Validierung durch Datentriangulation (Lamnek & Krell, 2010) zusammengeführt (Brauns & Abels, 2021b). Aufgrund der Implikationen für Adaptionen des KinUs wurde dieses überarbeitet und weiterentwickelt zum KinU 2.0.

Bei dem zweiten, rechten Strang wurden die professionellen Kompetenzen von Lehramtsstudierenden bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts beforscht. Durch die Anwendung des KinUs auf videostimulierte Reflexionen (VSRef, VSR) wurde die professionelle Wahrnehmung inklusiv naturwissenschaftlicher Charakteristika analysiert (Brauns & Abels, in Vorb. a, in Vorb. b). Bei der Analyse der Unterrichtsvideos der Studierenden wurde ihre professionelle Handlungskompetenz zur Umsetzung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts beforscht (Brauns & Abels, eingereicht).

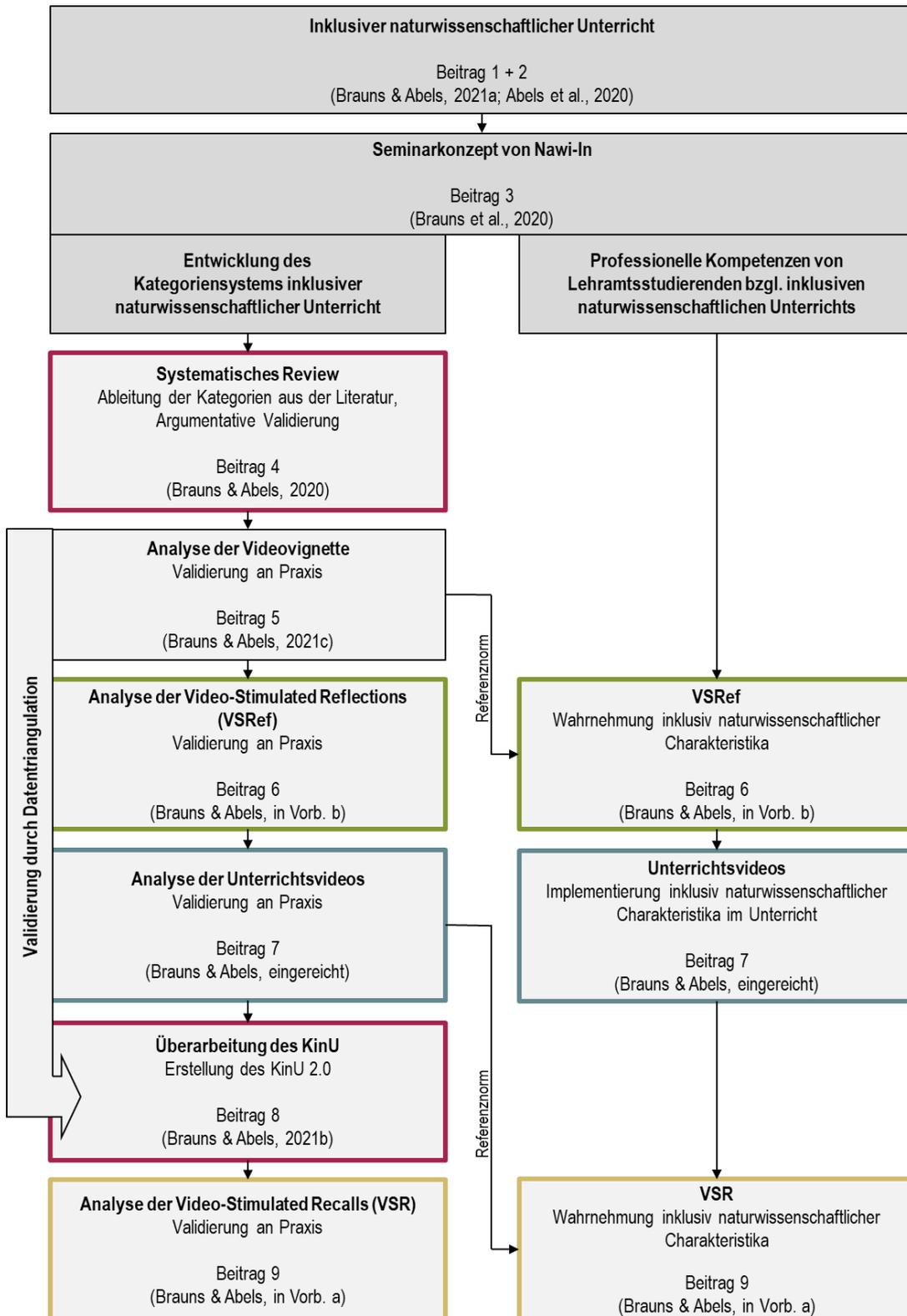


Abb. 1. Doppelter Fokus dieser Arbeit (verändert nach Brauns & Abels, 2021c, S. 72)

3. Theorie und Forschungsstand

Im Wesentlichen werden die Theorie und der Forschungsstand zum inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht sowie zur Professionalisierung von Lehramtsstudierenden für den inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht in allen Artikeln zu dieser Arbeit aufgeführt. In diesem Abschnitt werden zum besseren Verständnis noch einmal grundsätzliche Begriffsverständnisse aufgeführt, Verknüpfungen hergestellt und Forschungsergebnisse zusammengefasst.

3.1 Verständnis eines inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts

In diesem Abschnitt werden zentrale Aspekte und Ansichten des inklusiven, naturwissenschaftlichen und inklusiv naturwissenschaftlichen Unterrichts dargestellt.

3.1.1 Inklusiver Unterricht

Education for all (Amor et al., 2019; Booth et al., 2006) beschreibt das zentrale Ziel inklusiven Unterrichts. Auch wenn in dieser kurzen Phrase keinerlei Kategorisierung von Schüler*innen durch verschiedene Förderschwerpunkte aufgeführt wird, wird diese häufig dennoch hineininterpretiert und ein enges Inklusionsverständnis wird handlungsleitend. Dieses Verständnis beinhaltet, dass Schüler*innen mit pädagogischen Förderbedarfen gesondert betrachtet werden (Kim et al., 2020). Florian und Spratt (2013) betonen hingegen, dass die Adaption von Unterricht keine Kategorisierung der Schüler*innen benötigt. Mit dieser Interpretation wird das weite Verständnis von Inklusion beschrieben (Köpfer, 2019), welches in dieser Arbeit verfolgt wird. Florian und Spratt (2013) lehnen spezielle Unterstützungsangebote nicht ab, sondern verdeutlichen, dass Lehrkräfte für alle Schüler*innen ihrer Lerngruppe verantwortlich sind. Pädagogische Förderbedarfe können Informationen zur Gestaltung des Lernangebots liefern. Die reine Fokussierung darauf kann aber auch zu Exklusion führen (Kim et al., 2020). Die Umsetzung von inklusivem Unterricht beschreibt einen schmalen Grat zwischen Individualisierung und Standardisierung, wie Florian (2014, S. 289) ebenfalls darlegt:

“As we have come to understand it, inclusive pedagogy is an approach to teaching and learning that supports teachers to respond to individual differences between learners, but avoids the marginalisation that can occur when some students are treated differently”.

Die Umsetzung von inklusivem Unterricht beinhaltet in Anlehnung an das weite Verständnis die „Akzeptanz aller Schülerinnen und Schüler in ihrer Individualität, didaktische Integration individualisierter Curricula, adaptiver Unterricht und Binnendifferenzierung, Herstellung von Gemeinsamkeiten durch Kooperation der Schülerinnen

und Schüler, Co-Teaching und Kooperation der Lehrkräfte” (Kullmann et al., 2014, S. 91). Es werden die individuellen Bedürfnisse und Potentiale der Schüler*innen einbezogen, um einen inklusiven Unterricht zu gestalten, an dem alle Schüler*innen partizipieren können. Sich an den Potentialen der Schüler*innen zu orientieren, beschreibt die individuellen Fähigkeiten der Schüler*innen bestmöglich im Unterricht zu adressieren und zu fördern (Abels, 2019a; Abels & Brauns, 2020). Auf diese Weise findet die Wertschätzung der Diversität statt, die ein grundlegendes Ziel des inklusiven Unterrichts darstellt (European Agency, 2012).

Des Weiteren führt die European Agency (2012) die Unterstützung aller Schüler*innen, Kooperation und Teamarbeit sowie Weiterentwicklung der Kompetenzen der Lehrkräfte auf. Bei der Unterstützung der Schüler*innen geht es nicht darum, allen die gleichen Erfahrungen zu ermöglichen, sondern allen gleichermaßen eine Bandbreite an Möglichkeiten zu bieten (Florian & Spratt, 2013). Die fortwährende Professionalisierung von Lehrkräften ist bedeutend für die Umsetzung inklusiven Unterrichts, da dieses einen Prozess lebenslanges Lernens beschreibt (Ainscow & Miles, 2009). Ebenfalls bedeutend ist, dass Lehrkräfte bereit sind, sich diesem Prozess anzunehmen und motiviert sind, sich mit inklusiver Pädagogik zu beschäftigen (Görel, 2019).

3.1.2 Naturwissenschaftlicher Unterricht

Um inklusiven Unterricht auf den naturwissenschaftlichen Unterricht spezifizieren zu können, ist es maßgebend, von den Charakteristika des naturwissenschaftlichen Unterrichts auszugehen. Dieses Vorgehen mit der Herausstellung der Merkmale naturwissenschaftlichen Unterrichts wurde in Brauns und Abels (2021a) (Anhang Beitrag 1) entlang der Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden beschrieben und diskutiert.

Gebhard et al. (2017, S. 7 f.) gehen zunächst von den Naturwissenschaften als reine Fachwissenschaft und Profession von Naturwissenschaftler*innen aus:

„Die Naturwissenschaften beziehen sich auf Objekte der Natur und Technik und wollen diese mittels Kausalbeziehungen aus Ursachen und ihren Wirkungen erklären (z.B. ein Stein fällt, weil er mit dem Gravitationsfeld wechselwirkt). [...] Demnach zeichnen sich Naturwissenschaften durch erklärende Theorien (z.B. Evolution, Gravitation), die bedeutende Rolle von Konzepten (z.B. Atombindung, Magnetpol, Gen), das Feststellen empirischer Regelmäßigkeiten (Gesetze, Regeln) und ihre empirische Basis (Beobachtung, Experiment, Evidenz) aus“.

Mit dieser Definition decken Gebhard et al. (2017) bereits einige der Charakteristika auf, die sich von der reinen Naturwissenschaft auf den naturwissenschaftlichen Unterricht beziehen lassen: Schüler*innen beforschen naturwissenschaftliche Phänomene mit unterschiedlichen Untersuchungsmethoden und erklären diese mit naturwissenschaftlichen Konzepten (KMK, 2004a, 2004b, 2004c). Um die Charakteristika des naturwissenschaftlichen Unterrichts weiterhin zu definieren und zu strukturieren, werden

die Ziele Hodsons (2014) – *learning science, learning about science, doing science* und *addressing socio-scientific issues* – herangezogen, was in Brauns und Abels (2021a) vertieft wird. Zudem fasst die OECD (2019) die Charakteristika naturwissenschaftlichen Unterrichts unter den Kompetenzbereichen *content knowledge, procedural knowledge* und *epistemic knowledge* zusammen. Konkretisiert werden diese Kompetenzbereiche naturwissenschaftlichen Unterrichts durch die Bildungsstandards. In ihnen ist eine Reihe weiterer Inhalte und Kompetenzen naturwissenschaftlichen Unterrichts aufgeführt, die vermittelt werden sollen und die sich Schüler*innen aneignen sollen. Dazu gehören die Folgenden (KMK, 2004a, 2004b, 2004c):

- Naturwissenschaftliche Fragen und Hypothesen formulieren und prüfen
- Phänomene erklären und auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen darstellen
- Modelle nutzen und kritisch prüfen
- Untersuchungsmethoden wie Experimentieren, Beobachten, Vergleichen, Ordnen, Prüfen, Erschließen von Informationen usw. anwenden
- Fachsprache verwenden, zwischen Fachsprache und Alltagssprache übersetzen
- Zwischen Alltagsvorstellungen und naturwissenschaftlichen Konzepten unterscheiden
- Informationen aus Texten, Schemata und anderen Darstellungsformen entnehmen, verarbeiten und kommunizieren
- Gesellschaftliche Verhandbarkeit begründen und Nachhaltigkeitskriterien beschreiben

Diese Zusammenfassung der naturwissenschaftlichen Inhalte und Kompetenzen der Bildungsstandards zeigt, dass bereits durch die KMK das Charakteristische am naturwissenschaftlichen Unterricht konkretisiert wird. Diese Charakteristika lassen sich ebenfalls in der naturwissenschaftsdidaktischen Literatur wiederfinden (Barke et al., 2018; Brückmann et al., 2007; Gross et al., 2019; Kircher et al., 2020; Krüger et al., 2018; Schecker et al., 2018; Schiffel & Weiglhofer, 2019; Streller et al., 2019). Wenn gleich in anderen Unterrichtsfächern auch eine andere Fachsprache oder Modellierungen (z.B. Mathematik) verwendet werden, werden die Charakteristika des naturwissenschaftlichen Unterrichts in den Bildungsstandards und auch Lehrplänen der Bundesländer durch die inhaltlichen Ausführungen weiter von anderen Unterrichtsfächern abgrenzbar. „Die Schülerinnen und Schüler beschreiben den Bau von Atomen mit Hilfe eines geeigneten Atommodells“ (KMK, 2004b, S. 11), ist nur ein Beispiel dafür.

Als Beispiel für ein Charakteristikum naturwissenschaftlichen Unterrichts wird die Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden in Brauns und Abels (2021a) detailliert ausgeführt und der inklusiven Gestaltung gegenübergestellt. Im Wesentlichen wird der naturwissenschaftliche Gegenstand durch die allgemein naturwissenschaftsdidaktische Literatur beschrieben und durch den Inklusionsbezug im naturwissenschaftlichen Unterricht mit Möglichkeiten zu dessen Modifikation erweitert. Die meisten vorgeschlagenen Möglichkeiten beziehen sich dabei auf die naturwissenschaftlichen Denk- und Arbeitsweisen. Naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden nehmen etwa ein Drittel der Unterrichtszeit ein (Börlin, 2012). Stinken-Rösner (2020) zeigt, dass in jeder zweiten Chemie- und Physikstunde experimentiert wird. Nehring et al. (2016) betonen, dass davon den dominanten Teil die Planung und

Durchführung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden einnimmt. Danach folgen Auswertung und Reflexion sowie das Aufstellen der Fragestellung und Hypothesen, die nur einen sehr geringen Teil einnehmen. Innerhalb der Planung und Durchführung werden nur selten Modelle genutzt und Experimente durchgeführt. Deutlich häufiger wird beobachtet, verglichen und geordnet.

3.1.3 *Inklusiv naturwissenschaftlicher Unterricht*

Um den inklusiv naturwissenschaftlichen Unterricht zu definieren, werden die eben beschriebenen Charakteristika naturwissenschaftlichen Unterrichts mit der Umsetzung inklusiver Zugänge verknüpft. Der inklusiv naturwissenschaftliche Unterricht wird mithilfe des Kategoriensystems inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU) im Detail dargestellt und diskutiert (Brauns & Abels, 2020, 2021b) (Anhang Beitrag 4 und 9).

Insgesamt wird im inklusiven Fachunterricht der Anspruch gestellt, zu „berücksichtigen, wie bestimmte fachbezogene Inhalte und Kompetenzen – insbesondere im inklusiven Sekundarbereich – für alle Schülerinnen und Schüler erfahrbar oder generierbar werden“ (Musenberg & Riegert, 2015, S. 23). Dabei beschreiben Musenberg und Riegert (2015), dass die erwerbbaeren Inhalte und Kompetenzen des Fachunterrichts nicht per se für alle Schüler*innen zugänglich sind. Mit anderen Worten gehen von den Charakteristika naturwissenschaftlichen Unterrichts Barrieren und Chancen aus (Ferreira González et al., 2021), denen sich Lehrkräfte durch unterschiedliche Gestaltungsmittel annehmen sollten, um allen Schüler*innen Partizipation am naturwissenschaftlichen Unterricht zu ermöglichen. Schlüter (2018, S. 73) fasst potentielle Barrieren des naturwissenschaftlichen Unterrichts folgendermaßen zusammen:

- „Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen
 - Präkonzepte und hausgemachte Fehlvorstellungen
 - Forschendes Lernen, offenes Erkunden, Experimentieren
- Naturwissenschaftliche Kommunikation
 - Informations- und Wissensaustausch mittels Formeln und Zahlen
 - Fachsprache
 - Hoher Schreibaufwand
- Naturwissenschaftliche Handlungsweisen
 - Naturwissenschaftlichen Handlungsschritten folgen
 - Zusammenarbeit in Gruppen/Teams“

Dabei führt Schlüter (2018) Zugänge zu drei verschiedenen naturwissenschaftlichen Charakteristika auf, die auch als Potentiale genutzt werden können. Barrieren entstehen an dieser Stelle nur dann, wenn den Schüler*innen nicht unterschiedliche Zugänge ermöglicht werden. Offenes Experimentieren ist nur dann eine Barriere, wenn Schüler*innen verwehrt wird, beim Experimentieren auch geleitet zu werden. Andersherum

wäre es für manche Schüler*innen genauso eine Barriere, wenn ihnen verwehrt werden würde, offen zu experimentieren, wenn dies aber ihre individuellen Potentiale bestmöglich fördern würde (Abels & Brauns, 2020). Menthe und Hoffmann (2015) beschreiben die Chancen und Schwierigkeiten inklusiven Chemieunterrichts zugleich. Dazu gehören beispielsweise Phänomene, die sowohl real, anschaulich und verblüffend sowie auf Teilchen- oder Symbolebene gestaltet werden können.

Erfahr- bzw. generierbar werden die naturwissenschaftlichen Charakteristika dann, wenn den Schüler*innen die dafür notwendigen Zugänge geboten werden. Das KinU führt ausgehend von den Charakteristika naturwissenschaftlichen Unterrichts eine Bandbreite an möglichen inklusiven Zugängen auf, die Lehrkräfte entsprechend ihrer Lerngruppe gestalten können, damit alle Schüler*innen am naturwissenschaftlichen Unterricht partizipieren können (Brauns & Abels, 2020, 2021b). Ähnlich gehen Abels und Brauns (2020) von den in den Bildungsstandards festgelegten Kompetenzbereichen des Chemieunterrichts aus, um aufzuzeigen, wie die individuellen Potentiale der Schüler*innen entlang der Charakteristika naturwissenschaftlichen Unterrichts gefördert werden können. Naturwissenschaftliche Phänomene können auf unterschiedliche Weise zugänglich gemacht werden: experimentell, kommunikativ, symbolisch usw. (Abels & Brauns, 2020). Stinken-Rösner et al. (2020) sowie Ferreira González et al. (2021) gehen von den Zielen naturwissenschaftlichen Unterrichts nach Hodson (2014) aus, um die Charakteristika inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts zu konkretisieren. Doing science als ein Ziel nach Hodson (2014) wird beispielsweise auf mögliche Barrieren hin analysiert (Stinken Rösner et al., 2020). Dabei stellen die Autor*innen die Frage, welche Barrieren zum Beispiel vom Experimentieren ausgehen, um dann im weiteren Schritt darauf einzugehen, wie allen Schüler*innen dieses zugänglich gemacht werden kann.

Im Rahmen eines systematischen Literaturreviews hat sich jedoch gezeigt, dass es nur wenigen Arbeiten gelingt, naturwissenschaftlichen Unterricht und Inklusion zusammenzuführen (Brauns & Abels, 2020). Bei Arbeiten zum inklusiv naturwissenschaftlichen Unterricht geht häufig der naturwissenschaftliche Fokus verloren und Formulierungen werden allgemeinpädagogisch getätigt. Dieses Phänomen zeigt sich ebenfalls in der Literatur zur rein naturwissenschaftlichen Fachdidaktik ohne konkreten Inklusionsbezug, in der teilweise Kapitel zur Differenzierung und adaptiven Gestaltung naturwissenschaftlichen Unterrichts aufgeführt werden, wobei auch hier die Formulierungen zur Differenzierung und adaptiven Gestaltung allgemeinpädagogisch ohne Bezug zum Naturwissenschaftsunterricht bleiben (Adamina, 2013; Labudde, 2013; Schiffel & Weiglhofer, 2019; Streller et al., 2019). Bei Adamina und Möller (2013) werden vermeintlich Zugänge zum naturwissenschaftlichen Unterricht aufgeführt. Diese Zugänge bleiben jedoch bis auf wenige konkretisierende Beispiele allgemeinpädagogisch.

Zusammengefasst geht inklusiv naturwissenschaftlicher Unterricht von den Charakteristika naturwissenschaftlichen Unterrichts aus, um allen Schüler*innen genau diejenige Auswahl an Zugängen zu ermöglichen, die sie benötigen, um am naturwissenschaftlichen Unterricht partizipieren zu können.

3.2 Professionalisierung für die Unterrichtspraxis

Während Professionalität bereits das Endprodukt eines individuellen Entwicklungsprozesses beschreibt (Reinisch, 2009), ist die Professionalisierung der systematisch organisierte Weg zur Professionalität. Die Hochschulrektorenkonferenz empfiehlt eindringlich die Professionalisierung zum Umgang mit Inklusion zu fördern (Michalk, 2015). Im Zuge der Professionalisierung für inklusiven Unterricht müssen sowohl fachliche und didaktische Eigenschaften des Lerngegenstandes als auch individuelle Begabungen der Schüler*innen in Interaktion mit dem Lerngegenstand berücksichtigt werden (Heinisch et al., 2018). Simon und Moser (2019) setzen sich gezielt zur Entwicklung hochschuldidaktischer Lehrformate ein, um die Professionalisierung für Inklusion fachdidaktisch zu gestalten. Für die praktische Umsetzung dieses Konzepts streben sie unter anderem die „fachdidaktische Qualifizierung für Inklusion durch die verbesserte Ausbildung von Heterogenitätssensibilität, adaptiver Lehrkompetenz und Selbstwirksamkeitsüberzeugungen in Bezug auf das Unterrichten heterogener Lerngruppen an“ (Simon & Moser, 2019, S. 225).

Insbesondere reflektierte Praxiserfahrungen haben positive Effekte auf die Professionalisierung von Lehramtsstudierenden (Berliner, 2011; Seidel et al., 2011; Ulrich et al., 2020; Kulgemeyer et al., 2021). Sowohl die Praxiserfahrungen in der Schule als auch Videoreflexionen von eigenem und fremdem Unterricht sind Mittel, um Lehramtsstudierenden eine Möglichkeit zu geben, ihre professionellen Kompetenzen zu entwickeln. Dabei werden durch praktische und praxisnahe Erfahrungen Theorie und Unterrichtspraxis miteinander verknüpft.

Inwieweit Professionalität von Lehrkräften vorhanden ist, lässt sich über die kompetente Durchführung der Arbeit in einer bestimmten Domäne (Schlömerkemper, 2014) und durch Baumert und Kunter (2006, S. 483) weiter definieren:

- „Expert[*inn]enwissen ist sehr gut vernetzt und hierarchisch organisiert.
- In professionellen Domänen ist Expert[*inn]enwissen um Schlüsselkonzepte und eine begrenzte Zahl von Ereignisschemata arrangiert, an die Einzelfälle, episodische Einheiten oder Sequenzen von Episoden (Skripts) angedockt sind.
- Professionelles Expert[*inn]enwissen integriert Kontexte und erlaubt variantenreicheres ‚opportunistisches Verhalten‘
- Basisprozeduren sind automatisiert, aber gleichwohl flexibel an die spezifischen Bedingungen des Einzelfalles und des Kontextes adaptierbar“.

Expert*innen verfügen über eine zunehmende Vernetzung des Wissens und die Verknüpfung von neuem Wissen dazu sowie die Flexibilität bei der Anwendung des Wissens in unterschiedlichen Kontexten und der Automatisierung von Tätigkeiten (König, 2016). Expertise wird im Laufe der Zeit aufgebaut (Berliner, 2001) und Expert*innen erbringen langfristig herausragende domänenspezifische Leistungen (König, 2016).

3.2.1 Professionelles Wissen von Lehrkräften

Die Professionalität von Lehrkräften wird zunächst über das domänenspezifisch zu erwerbende und gespeicherte Wissen definiert, das im nächsten Schritt in Kompetenzen weiterverarbeitet wird. Bei dieser Betrachtungsweise wird zwischen dem deklarativen Wissen, konditionalen und prozeduralen Wissen (Kirschner et al., 2017; König, 2016; Nehring & Schwichow, 2020) systematisch unterschieden. Baumert und Kunter (2006) definieren das deklarative bzw. prozedurale Wissen als Wissen bzw. Können. Das professionelle Wissen wird daher durch das deklarative Wissen festgelegt. Dieses beschreibt das Sachwissen, welche Handlungen gestaltbar und ausführbar sind (Kirschner et al., 2017). Das konditionale und prozedurale Wissen werden zur Unterscheidung des Wissens den professionellen Kompetenzen von Lehrkräften zugeschrieben (s. 3.2.3). Erst in dem Gesamtkonstrukt der Professionalität von Lehrkräften werden wie in dem Modell professioneller Handlungskompetenz von Baumert und Kunter (2006) deklaratives und prozedurales Wissen mit weiteren affektiven Komponenten (z.B. Einstellung, Motivation usw.) zusammengeführt.

Shulman (1987, S. 8) fasst als Komponenten der Professionalität von Lehrkräften die *Categories of the Knowledge Base* zusammen:

- „content knowledge [CK];
- general pedagogical knowledge [PK], with special reference to those broad principles and strategies of classroom management and organization that appear to transcend subject matter;
- curriculum knowledge, with particular grasp of the materials and programs that serve as ‘tools of the trade’ for teachers;
- pedagogical content knowledge [PCK], that special amalgam of content and pedagogy that is uniquely the province of teachers, their own special form of professional understanding;
- knowledge of learners and their characteristics;
- knowledge of educational contexts, ranging from the workings of the group or classroom, the governance and financing of school districts, to the character of communities and cultures; and
- knowledge of educational ends, purposes, and values, and their philosophical and historical grounds”.

Hauptsächlich bezieht sich Shulman (1987) auf das Fachwissen (CK), allgemeinpädagogische Wissen (PK) und fachdidaktische Wissen (PCK) sowie Wissen über das Lernen der Schüler*innen und über die Institution und ihre Entwicklung. In dem Modell von Baumert und Kunter (2006) sind es Wissensbereiche und -facetten, die die Ebene des Professionswissens von Lehrkräften beschreiben. Dabei werden im Wesentlichen

wieder die Aspekte aus Shulman (1987) aufgeführt und unter PK, CK, PCK sowie Organisation- und Beratungswissen zusammengefasst (Baumert & Kunter, 2006; 2013). Das PK umfasst allgemeinpädagogische Aspekte zur Unterrichtsplanung, allgemeindidaktischen Methoden, Classroom-Management-Strategien, Schaffen einer konstruktiven Lernatmosphäre, fachübergreifende Bewertungsgrundlagen und Diagnostik sowie lern- und entwicklungspsychologische Aspekte. Das CK beschreibt das jeweilige Fachwissen, welches über das zu vermittelnde Schulwissen vertieft vorhanden ist. Das PCK wird als Wissen definiert, welche Anforderungen, didaktischen und diagnostischen Potentiale von einem Lerngegenstand, mit dem die Ziele des Curriculums langfristig verfolgt werden, ausgehen und welches Vorwissen Schüler*innen dafür benötigen, um sich mit diesem Lerngegenstand auseinanderzusetzen, bzw. welche Schüler*innenvorstellungen stimuliert werden.

Yang et al. (2018) führen zu CK, PK und PCK zusätzlich *Professional ethics and morality* und *Professional ability* auf. Erstere Dimension beschreibt die Einstellungen und das Verhalten von Lehrkräften gegenüber ihrer Profession, der Bildung und den Schüler*innen. Die zweite Dimension umfasst neben Classroom-Management die Gestaltung und Durchführung des Unterrichts sowie Leistungsbewertung und Reflexion des eigenen Handelns. Die Integration dieser Facetten zeigt, dass in der Vorstellung von Yang et al. (2018) das deklarative Wissen mit motivationalen Komponenten und prozeduralem Wissen zusammengefasst werden. Von dieser Integration wird bei dem in dieser Arbeit vertretenen Verständnis von professionellem Wissen abgesehen, da Einstellungen und Motivation einen nachweislichen Effekt auf das Wissen und die Kompetenzen von Lehrkräften haben (Kunter et al., 2011) und die *professional ability* in Wechselwirkung zu CK, PK und PCK steht (Cheetham & Chivers, 1996). Die *professional ability* beschreibt gezielt das in diesem Beitrag vertretene Verständnis von professioneller Kompetenz (s. 3.2.3).

Nachdem in diesem Abschnitt der Wissensbegriff definiert und abgegrenzt wurde sowie die grundlegenden Wissensfacetten zum CK, PK und PCK dargestellt wurden, werden im weiteren Verlauf das inklusive (iPK), naturwissenschaftsdidaktische (PCK) und inklusiv naturwissenschaftsdidaktische Wissen (iPCK) spezifiziert. Die detaillierte Aufarbeitung dieser Wissensfacetten wird durch den Fokus dieser Arbeit zur Professionalisierung von angehenden Lehrkräften für den inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht begründet.

3.2.1.1 Inklusiv Pädagogisches Wissen (iPK)

Das inklusiv Pädagogische Wissen (iPK) stellt eine erweiterte Form des Pädagogischen Wissens (PK) (s. 3.2.2) dar, bei dem eine Betonung auf den Umgang von Diver-

sität im Unterricht gelegt wird. Durch die Projektion von PK auf den inklusiven Kontext werden die zuvor beschriebenen Wissensfacetten um zusätzliche Elemente erweitert.

Greiner et al. (2020, 125 f.) haben zur Erfassung der Professionalisierung von Lehrkräften für Inklusion ein literaturbasiertes Kategoriensystem erstellt und durch Kategorien, die induktiv aus Interviews mit Lehrkräften abgeleitet wurden, ergänzt sowie als Wissensfacetten zusammengefasst:

- “Wissen in Bezug auf Kooperation”
- “Wissen in Bezug auf Diagnostik”
- “Wissen über fachdidaktische Adaption”
- “Unterrichtsfachspezifisches Wissen”
- “Wissen in Bezug auf spezifische sonderpädagogische Förderschwerpunkte”
- “Wissen über den familiären Hintergrund der SchülerInnen”
- “Wissen über rechtliche Grundlagen”
- “Wissen über Informationsbeschaffung”
- “Wissen über das Konzept des Gemeinsamen Unterrichts”.

In diesen Wissensfacetten greifen Greiner et al. (2020) wieder den Aspekt der Diagnostik auf, der bereits unter dem PK aufgeführt wurde. Zudem führen sie unter dem professionellen Wissen ohne Fachbezug bereits das Wissen fachdidaktischer Adaption sowie unterrichtsfachspezifisches Wissen auf, welche in der Darstellung von iPK noch oberflächlich gehalten werden und erst durch das iPCK (s. 3.2.2.3) tatsächlich fachspezifisch werden. Dennoch wird der Fokus auf das diversitätsbezogene Wissen bei Greiner et al. (2020) deutlich. Mit dem iPK werden das Wissen in Bezug auf Kooperation, das Wissen über die Zusammenarbeit von Regelschullehrkräften und Sonderpädagog*innen (Arndt & Werning, 2016) sowie das gegenseitige Unterstützen auf Schüler*innenebene beschrieben (Benkmann, 2009). Für das Wissen bzgl. eines weiten Verständnisses von Inklusion sind außerdem das Wissen über verschiedene Diversitätsdimensionen (Florian, 2014; Kim et al., 2020) und das Wissen zur Förderung individueller Potentiale (Veber et al., 2019) hinzuzufügen.

Zudem sehen Melzer et al. (2017) als relevant, Wissen zur adaptiven Unterrichtsgestaltung zu integrieren, um einem weiten Inklusionsverständnis gerecht zu werden. Aus diesem Grund haben sie ein umfangreiches Konstrukt erstellt, um das Wissen für inklusiven Unterricht zu definieren:

- *Wissen über Lernprozesse:* Pädagogische Diagnostik und Interventionsmöglichkeiten, Wissen über geschlechtsspezifische Ausbildungswahl, Wissen über unterschiedlicher Verhalten von Schüler*innen mit Einbezug unterschiedlicher Diversitätsdimensionen, individuelle Fördermöglichkeiten
- *Wissen über Dispositionen/Unterschiede:* Einfluss von Zweitspracherwerb, Auswirkungen geschlechtsspezifischer Unterschiede, kulturelle Heterogenität, sozio-ökonomischer Hintergrund der Schüler*innen

- *Methodisches Wissen über Diagnose:* Wissen über standardisierte Verfahren, Diagnose von Beziehungen der Schüler*innen und direkte Verhaltensbeurteilung, Interpretation von Testergebnissen.
- *Wissen über Klassenführung:* Möglichkeiten zur Förderung der Kooperation unter den Schüler*innen sowie emotionaler und sozialer Kompetenzen, Wissen im Umgang mit bestimmten Verhaltensstrategien, barrierefreie Gestaltung und Adaption von Klassenraumstrukturen
- *Wissen über Strukturierung:* Wissen über das Gestalten von unterschiedlichen Unterstützungsformaten beim Erwerb neuen Wissens, sprachliche Heterogenität und Genderaspekte
- *Wissen über Binnendifferenzierung/Individualisierung:* Gezielte Unterstützung zur Festigung gelernter Inhalte, Einsatz von tutoriellem Lernen und anderer kooperativer Arbeitsformen für gegenseitige Unterstützung, weiterer Einsatz von Hilfen wie z.B. Textverarbeitungssoftware

Diese Wissensfacetten zeigen, dass sie einen Fokus auf das Ansprechen unterschiedlicher Diversitätsdimensionen legen, wobei sich Elemente, wie beispielsweise der Diagnostik und Kooperation, in mehreren Skalen wiederfinden.

Zusammenfassend beschreibt das iPK das theoretische Wissen von Lehrkräften, welchen Formen von Diversität sie in der Praxis begegnen können und welche Methoden bzw. didaktischen Mittel sowie Möglichkeiten zur Kooperation es gibt, um allen Schüler*innen die Partizipation zu ermöglichen. Dabei stellt das iPK allerdings lediglich potentiell anwendbares Wissen dar, das in diesem Status noch losgelöst von einem fachlichen Bezug ist.

3.2.1.2 Naturwissenschaftsdidaktisches Wissen (PCK)

Das naturwissenschaftsdidaktische Wissen (PCK) beschreibt neben dem iPK einen Wissensbereich, der einen zentralen Aspekt in der Darstellung zum Modell der Profession inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts (s. 3.3, Abb. 3) spielt. Es verbindet das fachwissenschaftliche Wissen (CK) mit dem pädagogischen Wissen (PK) (Koch-Priewe et al., 2019).

Um das PCK als Wissensbereich weiterführend zu beschreiben, werden die davon untergeordneten Wissensfacetten betrachtet. Baumert und Kunter (2006, S. 495) führen als Wissensfacetten von PCK, welches sich in ihrem Fall zunächst auf den Mathematikunterricht bezieht, die folgenden auf:

- „Wissen über das didaktische und diagnostische Potenzial von Aufgaben, Wissen über die kognitiven Anforderungen und impliziten Wissensvoraussetzungen von Aufgaben, ihre didaktische Sequenzierung und die langfristige curriculare Anordnung von Stoffen,
- Wissen über Schülervorstellungen (Fehlkonzeptionen, typische Fehler, Strategien) und Diagnostik von Schülerwissen und Verständnisprozessen,
- Wissen über multiple Repräsentations- und Erklärungsmöglichkeiten“.

Baumert und Kunter (2006) gehen von unterschiedlichen Fachkontexten aus, um PCK darzustellen. Dies ist möglich, weil ihr Modell der professionellen Handlungskompetenz zwar auf den mathematischen Unterricht angewendet, aber dennoch allgemein formuliert wurde, sodass das Modell auf andere Unterrichtsfächer anwendbar ist.

Weiterführend werden in den Naturwissenschaftsdidaktiken ebenfalls Anstrengungen unternommen, ein PCK für den naturwissenschaftlichen Unterricht zu formulieren (z.B. Abell, 2007; Magnusson et al., 2002; Vogelsang, 2014). Gramzow et al. (2013) führen zu PCK die folgenden Wissensfacetten auf: *Instruktionsstrategien, Schüler*innenvorstellungen, Experimente und Vermittlung eines angemessenen Wissensverständnisses, Kontext und Interesse, Curriculum, Bildungsstandards und Ziele, (Digitale) Medien, Fachdidaktische Konzepte, Aufgaben*. Dabei lassen sich Aspekte wie z.B. das Wissen über das Curriculum wieder auf andere Fächer beziehen. Wenngleich Begriffe wie Schüler*innenvorstellungen und Experimente spezifisch naturwissenschaftlich erscheinen, zeigt sich allein durch die Aufführung der Schüler*innenvorstellungen bei Baumert und Kunter (2006) in Bezug auf den Mathematikunterricht, dass diese Aspekte auch in anderen Fächern thematisiert werden.

Weiterentwickelt wurden die eben aufgeführten Facetten durch Riese und Reinhold (2014) folgendermaßen: *Wissen über allgemeine Aspekte naturwissenschaftlicher Lernprozesse, Gestaltung von Lernprozessen, Beurteilung und Reflexion von Lernprozessen, Wissen über den Einsatz von Experimenten, adäquate Reaktion in kritischen Unterrichtssituationen*. Dabei werden naturwissenschaftliche Lernprozesse fokussiert, wobei der alleinige Zusatz, dass diese naturwissenschaftlich sind, immer noch nur geringfügig das PCK für den naturwissenschaftlichen Unterricht konkretisiert. In Hinblick auf das Modell zur Professionalisierung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts (s. 3.3, Abb. 3) ist anzumerken, dass es sich stets um „Wissen über...“ Formulierungen handelt, wenn professionelles Wissen beschrieben wird. Im Professionsverständnis dieser Arbeit geht es beispielsweise um das Wissen über Maßnahmen, um in kritischen Unterrichtssituationen adäquat zu handeln. Damit ist nicht vorausgesetzt, dass Lehrkräfte dieses Wissen auch wirklich adäquat einsetzen, was erst ihre professionelle Performanz erkennen ließe.

Insgesamt zeigt sich bei der Aufführung der PCK-Wissensfacetten, dass diese noch weiter auf den naturwissenschaftlichen Unterricht zu spezifizieren und auszuführen sind. Eine Möglichkeit, PCK naturwissenschaftlich greifbarer zu machen, wird mit dem dreidimensionalen Modell nach Tepner et al. (2012) ermöglicht, indem die Wissensfacetten des PCK mit verschiedenen Wissensarten (deklarativ, prozedural, konditional) und naturwissenschaftlichen Inhaltsbereichen verknüpft werden. Zu den PCK-Facetten zählen das Wissen über *Experimente, Modelle und Kompetenzen sowie Schüler*innenvorstellungen*. Mit diesen Facetten greifen Tepner et al. (2012) nur einen Teil der zuvor durch andere Autor*innen aufgeführten Aspekte auf, begründen diese Auswahl allerdings mit dem Fokus auf instruktionale Strategien. Die Inhalts- oder auch Themenbereiche werden in Tepner und Dollny (2014) durch die Beispiele Atombau

und Periodensystem, Säuren und Basen sowie chemische Bindungen aus den Curricula der Chemie veranschaulicht. Diese Herangehensweise zur Definition des PCK für den naturwissenschaftlichen Unterricht verdeutlicht, dass die Inhalts-, Prozess- und Erkenntnisgewinnungsdimension notwendig sind, um die Wissensfacetten des PCK naturwissenschaftsbezogen zu definieren. Mithilfe der Curricula des naturwissenschaftlichen Unterrichts könnten somit ebenfalls die zuvor in diesem Abschnitt beschriebenen Wissensfacetten spezifiziert werden.

Zusammenfassend beschreibt das PCK am Beispiel des Atombaus das Wissen über Atom- und Atommodellvorstellungen von Schüler*innen, Wissen über Lernprozesse, bei denen der Atombau sukzessiv in Anlehnung an die historische Entwicklung von Atomvorstellungen aufgebaut sein kann, Wissen über die Verankerung des Atombaus im Curriculum usw. Außerdem haben Lehrkräfte in Bezug auf PCK ein Repertoire an didaktischen Mitteln zur Verfügung, um den Atombau als naturwissenschaftliche Modelle oder als Konzept den Schüler*innen zu vermitteln. Dazu bietet es sich auch an, naturwissenschaftsdidaktische Grundlagenwerke heranzuziehen (Groß et al., 2019; Kircher et al., 2020; z.B. Krüger et al., 2018; Nerdel, 2017), um das Naturwissenschaftliche zu identifizieren und dazustellen, welche didaktischen Mittel aufgeführt werden und wie Lehrkräfte das Charakteristische des naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Praxis gestalten können. Naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden werden im Unterricht demonstriert oder in unterschiedlichen Sozialformen eingesetzt, zudem sollen sie die Schüler*innen motivieren (Brauns & Abels, 2021b). Außerdem beobachten Lehrkräfte experimentelle Kompetenz auf unterschiedlichen Niveaustufen usw. (Brauns & Abels, 2021b).

Wie PCK für die Naturwissenschaften spezifiziert werden kann, wird in Brauns und Abels (2021a) (Anhang Beitrag 1) exemplarisch an der Umsetzung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden dargestellt.

3.2.1.3 Inklusiv naturwissenschaftsdidaktisches Wissen (iPCK)

Beim inklusiv naturwissenschaftsdidaktischen Wissen (iPCK) wird in dieser Arbeit von PCK (3.2.1.2) ausgegangen und das iPCK (3.2.1.1) integriert (Nehring & Bohlmann, 2016). Diese Herangehensweise steht der historisch orientierten Perspektive, bei der zunächst der inklusive Unterricht betrachtet und später von den jeweiligen Fachdidaktiken weiterentwickelt wurde, entgegen (Koch-Priewe et al., 2019). Diese historische Perspektive greifen Musenberg und Riegert (2015, S. 24) auf: „[...] die individuellen Kenntnisse, Kompetenzen, Perspektiven und Interessen der Schülerinnen und Schüler sind zentrale Bestimmungsmomente der differenzierten Unterrichtsgestaltung und werden zu fachdidaktischen Ansprüchen des Unterrichtsfaches in Beziehung gesetzt“. Diese Perspektive bleibt jedoch ungefestigt dadurch, dass sie im gleichen Beitrag wechselt und vom Fachunterricht aus gedacht wird. Dies verdeutlicht,

dass die Überlegungen zur Darstellung des iPCK meist normativ behaftet sind (Musenberg & Riegert, 2015). Die in diesem Beitrag vertretende Herangehensweise resultiert aus der bereits in dem vorherigen Abschnitt diskutierten Problematik, das PCK und folglich auch das iPCK fachspezifisch für den naturwissenschaftlichen Unterricht zu definieren sind. Aus diesem Grund wird in dieser Arbeit jeweils von der naturwissenschaftlichen Komponente ausgegangen und diese durch andere Wissensbereiche des iPK erweitert.

Dass der Blick auf den inklusiven Unterricht vorgezogen wird und dabei der Fachunterricht in den Hintergrund gerät, zeigt sich in der Forschung. In Greiner et al. (2020) wurde unterrichtsfachspezifisches Wissen insgesamt selten genannt und in Bezug auf die fachdidaktische Adaption lag das Wissen von Lehrkräften an inklusionsfortgeschrittenen Schulen deutlich höher als bei Lehrkräften an Schulen, die weniger entwickelt in Bezug auf Inklusion waren. In Greiten (2014) haben die Lehrkräfte sich ebenso wenig an fachdidaktischen Konzepten in Bezug auf inklusiven Unterricht orientiert, sich aber auf allgemeinpädagogische Aspekte konzentriert. Diese Studien zeigen exemplarisch, dass auch Lehrkräften ein stärkerer Fokus auf das Naturwissenschaftliche geboten werden muss, damit diese ein iPCK entwickeln können.

Das iPCK zu definieren und in bestehende Kompetenzmodelle zu integrieren, wurde bereits in Teilen unternommen. Mester und Blumberg (2017) integrieren das inklusiv naturwissenschaftliche Wissen in das Modell der professionellen Handlungskompetenz (Baumert & Kunter, 2006) in den Bereich des Fachdidaktischen Wissens (PCK) als weitere Wissensfacette. Dabei werden sie aber nicht konkreter in ihren Ausführungen. Ähnlich gestalten Behling et al. (2019) die Implementierung des professionellen Wissens für einen sprachsensiblen naturwissenschaftlichen Unterricht. Bei beiden Darstellungen wird allerdings nicht deutlich, auf welche Weise das inklusionsspezifische Wissen in PCK integriert wird.

Nehring und Bohlmann (2016) gehen von Fragen aus, um vom Naturwissenschaftsdidaktischen aus zu denken und eine Verbindung zum iPK herzustellen. In Anlehnung daran lassen sich für das iPCK Wissensfacetten folgendermaßen adaptieren und zusammenfassen:

- Wissen, warum der naturwissenschaftliche Unterricht inklusiv gestaltet werden soll
- Wissen, was die naturwissenschaftlichen Lerngegenstände (Konzepte, Denk- und Arbeitsweisen usw.) sind, an denen durch verschiedene Zugänge und Niveaus gemeinsames Lernen möglich ist
- Wissen, mit welchen Methoden, didaktischen Mitteln und (digitalen) Medien verschiedene Zugänge zu dem Naturwissenschaftlichen gestaltet und Barrieren, von dem Naturwissenschaftlichen ausgehend, reduziert werden können
- Wissen, wann und wie lang ein naturwissenschaftlicher Lerngegenstand in Hinblick auf die Eigenschaften der Schüler*innen vermittelt werden kann
- Wissen, wie die Vermittlung eines naturwissenschaftlichen Lerngegenstands durch Kooperation unterstützt werden kann

- Wissen, wie die Evaluation naturwissenschaftlichen Lernens zwischen der sozialen, kriterialen und individuellen Bezugsnorm zu verorten ist

Diese Wissensfacetten zeigen, wie die Elemente des naturwissenschaftlichen Unterrichts mit der Diversität der Schüler*innen zusammengedacht werden können. Unterstützt wird diese Vorgehensweise durch das NinU Raster (Abb. 2) (Ferreira González et al., 2021; Stinken-Rösner et al., 2020). In allen Facetten zeigt sich, dass der naturwissenschaftliche Unterricht fokussiert wird. Das KinU (Abels & Brauns, 2020; Brauns & Abels, 2021b) kann unterstützend zur weiteren Darstellung und Umsetzung dieser Facetten wirken. In Einbezug auf die Diversität einer Lerngruppe (iPK) werden im KinU Differenzierungsmöglichkeiten zur inklusiven Gestaltung naturwissenschaftlicher Charakteristika (iPCK) gegeben. Das iPCK beschreibt das Wissen, wie mit verschiedenen Zugängen aus dem KinU der naturwissenschaftliche Unterricht inklusiv gestaltet werden kann.

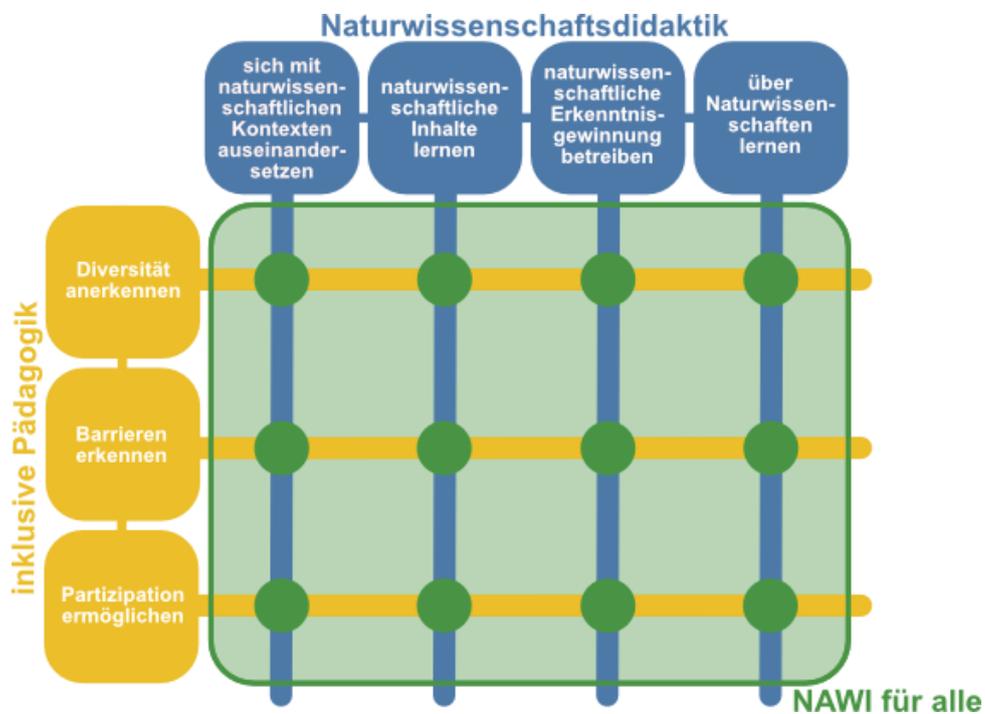


Abb. 2 NinU Raster (Stinken-Rösner et al., 2020, S. 37)

Des Weiteren lassen sich in der Literatur Annäherungen an das iPCK über die Vereinfachung und Reduzierung von naturwissenschaftlichem Unterricht wiederfinden. Zentel und Michaelys (2015) beschreiben das Wissen, den naturwissenschaftlichen Unterrichtsstoff auf wesentliche Aspekte zu reduzieren und durch eine Elementarisierung Beispiele zu zeigen, die zur Anwendung naturwissenschaftlicher Denk- und Arbeitsweisen geeignet sind. Zudem schlagen sie vor, das Wissen über die Basiskonzepte zu strukturieren. Insgesamt werden allerdings keine konkreten Beispiele genannt und auch die Dimension des iPK wird nicht deutlich. Konkreter werden Menthe und Hoffmann (2015), die zunächst von einem an Phänomenen ausgerichteten naturwis-

senschaftlichen Unterricht und dem Zurückstellen von Formel- und Teilchenbetrachtungen ausgehen. Dabei gehen sie aber nicht von einer pauschalen Vereinfachung aus, sondern betonen, unterschiedliche Betrachtungsebenen von abstrakt zu basal-perzeptiv anzubieten, um an Schüler*innenvorstellungen anzuschließen und die Lernziele dementsprechend zu differenzieren. In Anlehnung daran verfügen Lehrkräfte über das Wissen über die unterschiedlichen Betrachtungsebenen und wie diese mit typischen, aber individuellen Schüler*innenvorstellungen vereinbar sind. Zudem zeigen Menthe und Hoffmann (2015), dass Lehrkräfte zur Differenzierung der Ziele des naturwissenschaftlichen Unterrichts über Wissen bzgl. Lernstrukturgittern und die Arbeit damit verfügen sollten.

Insgesamt stellt das iPCK sowohl für die fachdidaktische Forschung als auch für die Konstruktion professionellen Wissens bei Lehrkräften eine komplexe Verzahnung des PCK und iPK dar, bei der eine klare Struktur von PCK ausgehend verfolgt werden sollte, um das iPCK naturwissenschaftsspezifisch zu gestalten. Eine Definition des iPCK ist grundlegend für die Professionalisierung von Lehrkräften für einen inklusiv naturwissenschaftlichen Unterricht. Daher werden im Netzwerk inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (NinU) Herangehensweisen an das iPCK diskutiert und erste Ansätze entwickelt. Im Zuge dieser Arbeit aus dem Nawi-In Projekt wird das iPCK mithilfe der Charakteristika inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts definiert, die in dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU) abgebildet sind (Brauns & Abels, 2021b). Demnach sollten Lehrkräfte zum einen über das Wissen verfügen, was die naturwissenschaftlichen Charakteristika sind und welche (fach)didaktischen Umsetzungsmöglichkeiten zur Gestaltung von Zugängen ihnen zur Verfügung stehen. Zum anderen sollten Lehrkräfte auch theoretisch wissen, wie die Charakteristika inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts einzusetzen sind, um den Schüler*innen tatsächlich Partizipation zu ermöglichen.

Während in diesem Teil das professionelle Wissen, welches angeeignet, abgefragt und ggf. angewendet werden kann, beschrieben wurde, wird im weiteren Verlauf dieser Arbeit dargestellt und diskutiert, wie das professionelle Wissen von Lehrkräften in Kompetenzen weiterentwickelt wird.

3.2.2 Professionelle Kompetenz von Lehrkräften und ihre Performanz

Die professionelle Kompetenz von Lehrkräften ist die Weiterentwicklung und Anwendung des professionellen Wissens auf die Praxis. Sie setzt sich aus dem konditionalen und prozeduralen Wissen zusammen (Baumert & Kunter, 2006; Kirschner et al., 2017) und ist die Kompetenz, das vorhandene Wissen situationspezifisch sowie angemessen hervorzurufen und anzuwenden. Konditionales Wissen beschreibt Bedingungen, wann und warum eine Handlung angemessen ist (Kirschner et al., 2017). Prozedurales Wissen beschreibt das Wissen, wie eine Handlung umgesetzt wird (Kirschner et al., 2017).

Weinert (2014) unterscheidet zwischen fachlichen und fachübergreifenden Kompetenzen sowie Handlungskompetenzen. Wobei letztere „neben kognitiven auch soziale, motivationale, volitionale und oft moralische Kompetenzen enthalten und es erlauben, erworbene Kenntnisse und Fertigkeiten in sehr unterschiedlichen Lebenssituationen erfolgreich, aber auch verantwortlich zu nutzen“ (Weinert, 2014, S. 28). Kompetenzen hängen zudem von der Bereitschaft der Lehrkräfte ab, die Kompetenzen zu zeigen oder auch zeigen zu wollen (Sander & Weckwerth, 2013). Die Abhängigkeit der Kompetenzen von der Performanz der Lehrkräfte wird ebenfalls in dem Zwiebelmodell von Korthagen (2004) deutlich. Dieses Modell baut sich in Schalen auf, wobei sich auf den inneren Ringen erst die personenbezogenen Aspekte *mission*, *identity* und *beliefs* befinden. Auf der zweit äußeren Schale befinden sich die *competencies* und auf der äußersten Schale *behaviour*, welches in einem zweiseitigen Verhältnis zum *environment* steht. Zentral manifestiert dieses Modell zum einen die Wechselwirkungen der einzelnen Ebenen und deren gegenseitige Bedingungen. Zum anderen verdeutlicht es, dass nicht die Kompetenzen einer Person, sondern ihr Verhalten in Abhängigkeit der Kompetenzen sowie in Reaktion auf das Umfeld sichtbar sind (Korthagen, 2004). Die Kompetenzen, die folglich durch die Performanz der Lehrkräfte sichtbar und erfassbar werden, beschreiben nicht nur kognitive Fähigkeiten, sondern auch Präferenzen, Motivation, Affekt und Dispositionen als Ressourcen (Sander & Weckwerth, 2013; Blömeke et al., 2015a). Zudem sind die Kompetenzen der Lehrkräfte von den gesetzten Stimuli abhängig, weil Lehrkräfte ihre Kompetenzen in Reaktion von äußeren Reizen einsetzen und in ihren Handlungen bzw. Äußerungen zeigen. Deshalb sind die Kompetenzen auch ein Prädiktor für das Verhalten einer Person, beeinflusst durch äußere Faktoren (Blömeke et al., 2015a).

Im Zusammenhang von professioneller Wahrnehmung und adaptiver Lehrkompetenz zeigen Griful-Freixenet et al. (2020), dass Lehramtsstudierende, die beschrieben haben, sie würden ihren Unterricht inklusiv gestalten, weniger inklusive Elemente wahrgenommen haben. Diesen Befund erklären sie damit, dass bei Studierenden die professionelle Wahrnehmung noch nicht entwickelt ist und die Studierenden für ihre eigenen Erfahrungen viele verschiedene adaptive Ansätze im Praktikum ausprobieren würden.

Mit Bezug auf den inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht kann das iPCK von Lehrkräften im Unterricht angewendet werden und durch die Situationsspezifität sowie die realen Einflüsse der Schulpraxis in eine professionelle Handlungskompetenz ausgebildet werden. Diese zeigt sich beispielsweise in den Handlungen der Lehrkraft während des Unterrichtens. Zudem können Lehrkräfte ihr iPCK für die Reflexion von Unterricht einsetzen, um in einer Flut von Reizen, die der Komplexität von Unterricht geschuldet sind, gezielt bestimmte Aspekte des inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts wahrzunehmen und diese Informationen adäquat in Interpretationen und

der Generierung von Handlungsalternativen weiterzuverarbeiten. Die dementsprechende professionelle Kompetenz zeigt sich dann in der Verbalisierung der Reflexion. Beide eben beschriebenen Kompetenzfacetten werden im Weiteren näher diskutiert.

3.2.2.1 Professionelle Handlungskompetenz bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts

Bei der professionellen Handlungskompetenz bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts wissen Lehrkräfte, wann und wie sie ihr iPCK gezielt einsetzen. Welche dieser Kompetenzen sie letztendlich einsetzen (wollen), zeigt sich in der Performanz. Bei der Performanz zeigen Lehrkräfte beispielsweise eine Handlung im Unterricht, erstellen eine Unterrichtsplanung oder beraten Kolleg*innen. Dadurch dass in dieser Arbeit die Handlungen von Lehramtsstudierenden in Unterrichtsvideos analysiert wurden, bezieht sich die Performanz der professionellen Handlungskompetenz von Lehrkräften hier auf Unterrichtshandlungen. In diesem Abschnitt werden zunächst die Erkenntnisse aus der Theorie und Forschung bzgl. eines inklusiven Unterrichts aufgeführt, bevor die Zuspitzung auf den inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht stattfindet.

Bei Kopmann und Zeinz (2018) begründen die befragten Lehrkräfte ihre professionelle Handlungskompetenz in inklusiven Lernsettings durch die Umsetzung binnendifferenzierender Gestaltungsprinzipien, kooperativer und offener Lernformen, individuelle Unterstützung der Stärken und motivierende Unterstützung der Interessen der Schüler*innen, diagnostische Kompetenzen sowie die Anwendung von Classroom-Management-Strategien. Zudem waren den Lehrkräften kooperative Unterstützungen der Schüler*innen untereinander sowie die personelle Unterstützung durch Förderschullehrkräfte wichtig. Damit bilden die genannten Kompetenzen zu den Methoden und Ansätzen im Wesentlichen die Umsetzung des professionellen Wissens inklusiven Unterrichts (iPK) ab. In der Lehrkräftebefragung von Greiten (2014, S. 114), welche Kompetenzen Lehrkräfte für die Gestaltung inklusiven Unterrichts benötigen, werden unter anderem „didaktische und methodische Kompetenzen, Materialentwicklung, Differenzierung, Organisation und Diagnostik, [...] Agieren in der Komplexität, Problembewusstsein, Integration [...] Teamarbeit“ genannt. Interessant ist bei dieser Aufzählung der Kompetenzen, dass zusätzlich neben den zuvor genannten Aspekten ein Schwerpunkt auf den Umgang mit Komplexität und Problemen gesetzt wird. Dies verdeutlicht, dass mit dem reinen Wissen zwar Voraussetzungen z.B. zur Problemlösung geschaffen werden. Für die Fähigkeit ein Problem zu lösen, aber auch das Bewusstsein dafür und das Wissen, die richtigen Strategien zur Problemlösung anzuwenden, benötigt werden. Zudem erweitert der Begriff der Teamarbeit das zuvor beschriebene Wissen über Kooperation. Damit zwei Lehrkräfte in einem Team zusammenarbeiten reicht das alleinige Wissen, wie dies gestaltet werden kann, nicht aus. Vielmehr werden weitere z.B. kommunikative Kompetenzen benötigt.

Zulfija et al. (2013) definieren die professionelle Handlungskompetenz von Lehrkräften für den inklusiven Unterricht über drei Komponenten: *motivational-orientational*, *informational*, *operational*. Die motivationale Komponente umfasst die Bereitschaft, Inklusion umzusetzen und den Unterricht dahingehend weiterzuentwickeln sowie persönliche Orientierungen und Toleranz. Die informative Komponente setzt sich aus theoretischem, technologischem Wissen sowie konstruktiven Fähigkeiten der effektiven Gestaltung inklusiven Unterrichts zusammen. Die operationale Komponente bezieht sich darauf, adäquate Ziele für den inklusiven Unterricht zu setzen, eine konstruktive Lernumgebung umzusetzen, aber auch die Zusammenarbeit von Schüler*innen mit und ohne spezieller Förderung zu unterstützen, woran beispielsweise auch das enge Inklusionsverständnis von Zulfija et al. (2013) deutlich wird. Bei einem weiten Inklusionsverständnis geht es vielmehr darum, die Kooperation und das gegenseitige Unterstützen der Schüler*innen generell zu fördern.

Die Kompetenzen, die in den eben dargestellten Arbeiten beschrieben wurden, werden ebenso in dem Konzept der adaptiven Lehrkompetenz (z.B. Beck et al., 2008) bzw. der adaptiven didaktischen Kompetenz (z.B. Eckert & Liebsch, 2020) aufgegriffen:

„Adaptive Lehrkompetenz resultiert aus dem wechselseitigen Zusammenspiel der Sachkompetenz, der diagnostischen und didaktischen Kompetenz sowie der Klassenführung. Der Begriff der Adaptivität beschreibt den Umstand, dass diese Kompetenzen einer Lehrperson auf Grund ihrer subjektiven Wahrnehmung der Lernvoraussetzungen und Heterogenität der Klasse planungs- bzw. handlungswirksam werden“ (Beck et al., 2008, S. 166).

Anhand dieser Definition adaptiver Lehrkompetenz verdeutlichen Beck et al. (2008), dass die Kompetenz von Lehrkräften das Resultat einer Wechselwirkung zwischen der professionellen Wahrnehmung und dem professionellen Wissen ist. Ein didaktisches Handeln wird durch eine Diagnose ausgelöst, weshalb die diagnostische und didaktische Kompetenz stark miteinander korrelieren (Beck et al., 2008). Im inklusiven Kontext spielt dabei die Diversität einer Lerngruppe eine besondere Bedeutung. Lehrkräfte wenden ihr iPCK gezielt auf das individuelle Lernen der Schüler*innen an, um eine Lernumgebung konstruktiv an den inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht zu adaptieren. Im Zuge dessen weisen Beck et al. (2008) nach, dass eine hohe adaptive Kompetenz bei Lehrkräften sich in Lerngruppen mit hoher Diversität lernförderlich für Schüler*innen auswirkt. Zudem begründen erfahrene Lehrkräfte ihr Handeln durch didaktisches Wissen und weniger erfahrene Lehrkräfte durch Klassenführung (Beck et al., 2008).

Um bei der adaptiven Lehrkompetenz einen fachlichen Fokus zu verdeutlichen, definieren Eckert und Liebsch (2020, S. 76) die adaptive didaktische Kompetenz über die Verknüpfung von allgemeindidaktischem und fachdidaktischem Wissen als „anspruchsvolle Kombination an Wissensbereichen“.

Im nächsten Schritt greifen Eckert und Liebsch (2020, S. 79) wieder den Aspekt der Wahrnehmung bzw. der Diagnose in Form von Reflexion auf, von der die Verwendung

des professionellen Wissens abhängig ist, um als adaptive didaktische Kompetenz umgesetzt zu werden:

„So ist auch die didaktische Kompetenz sowohl Teil der adaptiven Planungskompetenz als auch der Handlungskompetenz, da sich didaktische Fragestellungen immer auf eine konzeptionelle und eine performative Perspektive von organisierten Lehr-Lern-Prozessen beziehen. Das Prozessmerkmal Reflexion spielt in Bezug auf didaktische Kompetenz eine entscheidende Rolle, da hiermit ein kritisches und prüfendes Nachdenken über unterrichtliche Prozesse und die ständige Selbstbeobachtung und -evaluation von Lehrkräften gemeint ist“.

Wenngleich Eckert und Liebsch (2020) die fachdidaktische Perspektive in der adaptiven Lehrkompetenz versuchen zu verdeutlichen, bleiben die Beschreibung dennoch allgemeinpädagogisch und auch der Inklusionsbezug wird nicht besonders deutlich. Gebauer (2019) fasst hingegen bei der adaptiven Kompetenz von Lehrkräften zum fachbezogenen Wissen, Diagnose und Förderung sowie eine differenzierende Unterrichtsgestaltung zusammen. Letztere Komponente bezieht sich auf methodisch-didaktische Kompetenzen, dessen Performanz mithilfe von Unterrichtsvideoanalysen erfasst werden kann. Zudem zeigt sich in der Videostudie von Gebauer (2019), dass sich besonders praxisnahe Fortbildungsformate dafür eignen, dass Lehrkräfte differenzierende Maßnahmen in Bezug auf die Potentiale der Schüler*innen gestalten.

Franz (2019) beschreibt einen Vignettest zur Erfassung der adaptiven Handlungskompetenz im inklusiven Unterricht. Dabei hat sich gezeigt, dass sich die adaptive Handlungskompetenz von Lehramtsstudierenden während des Studiums weiterentwickelt hat. In der gleichen Studie wurde ebenfalls festgestellt, dass sich die adaptive Kompetenz von Studierenden der Primarstufe nicht bedeutend von Studierenden für Förderschulen unterscheidet. Die Studierenden der Sekundarstufe I im Vergleich dazu aber signifikant geringere Kompetenzen aufgewiesen haben. Franz (2019) begründet diesen Unterschied damit, dass Studierende der Sekundarstufe ein höheres fachliches als pädagogisches Interesse aufweisen. Bei Schwab et al. (2019) haben die Lehrkräfte der Sekundarstufe ihren Unterricht wenig inklusiv gestaltet. Dieses Ergebnis begründen Schwab et al. (2019) damit, dass Lehrkräfte der Sekundarstufe Schwierigkeiten in dem Umgang mit Diversität haben und sehen hier ein großes Potential zur Entwicklung der professionellen Kompetenzen.

Insgesamt zeigt sich bei der Betrachtung der professionellen Handlungskompetenzen für den inklusiven Unterricht eine große Ähnlichkeit zu den Kompetenzen, die *guten Lehrkräften* im Kontext von Unterrichtsqualität zugeschrieben werden (Heinitz & Nehring, 2020; Praetorius & Nehring, 2020), was beispielsweise die Ergebnisse der Befragung durch Franz (2014) von Lehramtsstudierenden zur Lehrkräfteprofessionalisierung im Kontext von Inklusion widerspiegeln. Zur Unterrichtsqualität führt Helmke (2017) Klassenführung, Klarheit und Strukturiertheit, Konsolidierung und Sicherheit (wiederholtes, nachhaltiges, konstruktivistisches Lernen), Aktivierung, Motivierung, lernförderliches Klima, Schüler*innenorientierung, Kompetenzorientierung, Passung (Umgang mit Diversität, adaptives Unterrichten, Binnendifferenzierung) und

Angebotsvariation (Implementierung unterschiedlicher Sozialformen, Handlungsmuster, Verlaufsformen und Inszenierungstechniken) als professionelle Kompetenzen von Lehrkräften auf. Die Überschneidungen der Formulierungen professioneller Handlungskompetenzen von Inklusion und Unterrichtsqualität verdeutlichen die übereinstimmende Idealisierung der situationsadäquaten Anwendung von PK und PCK in einem Unterricht, der allen Schüler*innen gerecht wird. Aus diesem Grund reicht es aus, sich auf einen dieser Begriffe zu fokussieren, wie es in dieser Arbeit mit dem Fokus auf die Umsetzung des iPCK in der professionellen Handlungskompetenz bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts getan wird.

Nachdem die Darstellung der professionellen Handlungskompetenz im inklusiven Kontext, die adaptive (didaktische) Lehrkompetenz und die Kompetenzen im Kontext von Unterrichtsqualität dargestellt wurden, konnte sich der professionellen Handlungskompetenz bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts nur angenähert werden. Der naturwissenschaftliche Fokus kann in Verbindung mit Inklusion damit noch nicht abgebildet werden. Darauf gehen Eckert und Liebsch (2020, S. 82) wie folgt ein:

„Der Baustein [Adaptive didaktische Kompetenz] dient der Sensibilisierung von Studierenden für die Notwendigkeit einer inklusiven Didaktik, die von den Erfordernissen des Faches ausgeht und alle Schüler*innen als Adressat*innen von Fachunterricht in den Blick nimmt. Die Studierenden lernen die didaktische Kompetenz als Facette der adaptiven Lehrkompetenz kennen, die geeignet erscheint, auf die Heterogenität in Lerngruppen angemessen zu reagieren. Der Baustein setzt vor allem auf der Planungsebene von Unterricht an, wobei die Reflexion über rahmengebende Faktoren und die Umsetzung von Prozessmerkmalen bei der Anpassung der Strukturelemente an die Bedürfnisse der Schüler*innen als zentraler Aspekt zum Tragen kommt“.

Entscheidend bei der Herangehensweise für eine fachspezifische professionelle Handlungskompetenz ist, von dem Charakteristischen des jeweiligen Faches auszugehen (s. 3.2.2.1). Konkreter werden Eckert und Liebsch (2020) aber nicht. Es werden keine konkreten Beispiele gegeben, welche Kompetenzen Lehrkräfte im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht benötigen und in ihrer Performanz sichtbar werden sollten. Die Formulierung professioneller Handlungskompetenzen bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts stellt ein Desiderat dar.

3.2.2.2 Professionelle Wahrnehmung bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts

Um sich der professionellen Wahrnehmung bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts zu nähern, werden zunächst die Reflexionsprozesse von Lehrkräften im Zusammenhang von unterschiedlichen Kompetenzmodellen dargestellt.

Cheetham und Chivers (1996) setzen in ihrem Modell zur professionellen Kompetenz die vier Kernkompetenzen *knowledge / cognitive support, functional competence, personal or behavioural competence* und *values / ethical competence* auf eine Ebene, sie stehen miteinander in Wechselwirkung und führen zu den *professional competence outcomes*. Die jeweiligen Kompetenzen, die zu Handlungen geführt haben, werden sowohl von anderen als auch von der Lehrkraft selbst wahrgenommen und führen dann zu eigenen *reflections*. Die Reflexion bedingt und regt wiederum die *meta-competencies (communication, self-development, creativity, analysis, problem solving)* an. Die Metakompetenzen der Lehrkraft haben einen Einfluss auf die Entwicklung der Kernkompetenzen, weshalb sich an dieser Stelle der Kreis des Modells von Cheetham und Chivers (1996) schließt.

Um die Reflexionskompetenz von Lehrkräften zu diskutieren, bietet sich ebenfalls das P-I-D Modell (Dispositions, Situation-specific cognitive skills, Performance) nach Blömeke et al. (2015a) an, da es die Kompetenz als Kontinuum beschreibt und in dem Prozess von der Disposition zur Performanz die Wahrnehmung (*perception*), Interpretation und Entscheidungsfindung (*decision-making*) zwischengeschaltet sind. Blömeke et al. (2015b) verknüpfen bei dem Einsatz von Videoreflexionen die P-I-D Komponenten mit der professionellen Wahrnehmung, Interpretation und Generierung von Handlungsalternativen, um Rückschlüsse auf die professionelle Kompetenz von Lehrkräften zu ziehen. Dabei ist die Situationsabhängigkeit des Prozesses von der Kompetenz zur Performanz im allgemeinpädagogischen Bereich stärker ausgeprägt als im fachdidaktischen Bereich.

Meschede et al. (2017) haben das Modell von Blömeke et al. (2015a) durch die Erkenntnisse aus Santagata und Yeh (2016), dass die Praxis nicht nur ein Produkt von Wissen und Kompetenzen ist, sondern auch durch die Erfahrungen aus der Praxis weiterentwickelt wird bzw. neues Wissen produziert wird, adaptiert. Ebenso sind die einzelnen Komponenten bei Cheetham und Chivers (1996) verbunden. Auf diese Weise zeigt sich, wie die professionelle Wahrnehmung sowohl in Wechselwirkung mit dem professionellen Wissen als auch als Mediator zwischen den Dispositionen von Lehrkräften und der Unterrichtspraxis steht (Meschede et al., 2017). Die professionelle Wahrnehmung von Lehrkräften ist folglich auch ein Indikator für die Analyse deren professionellen Lernens sowie ein Prädiktor für das Unterrichten (Blomberg et al., 2014). Dabei ist zu beachten, dass professionelles Wissen zwar notwendig für die professionelle Wahrnehmung ist, aber durch die Integration von Erfahrungen und Erkenntnissen aus der Praxis nicht ausreicht (Meschede et al., 2017).

Die professionelle Wahrnehmung zählt zudem nach Goodwin (1994, S. 606) zur *professional vision*. Dabei geht es bei der professionellen Wahrnehmung darum, bestimmte Aspekte, die für eine Domäne als relevant erachtet werden, zu erkennen und auf Basis des professionellen Wissens adäquat zu deuten. In Bezug auf den Kontext dieser Arbeit bedeutet professionelle Wahrnehmung gezielt inklusiv naturwissenschaftliche Aspekte wahrzunehmen. Des Weiteren unterteilen van Es und Sherin

(2002) die professionelle Wahrnehmung in *noticing*, die Fähigkeit, die Wahrnehmung gezielt auf relevante Aspekte zu lenken, und *knowledge-based-reasoning*, die Fähigkeit, wahrgenommene Aspekte auf Basis des professionellen Wissens zu interpretieren. Das bedeutet, dass das *noticing* beschreibt, was Lehrkräfte wahrnehmen und *knowledge-based-reasoning*, wie Lehrkräfte das wahrgenommene begründen (Stürmer et al., 2013). Aufgrund der Teilung beider Facetten im Nawi-In Projekt, wird in dieser Arbeit das *noticing* der professionellen Wahrnehmung fokussiert (für *knowledge-based-reasoning* s. Egger & Abels, 2022).

Lehrkräfte können nicht auf alles reagieren, was sie im Unterricht wahrnehmen. Deshalb beschreibt die professionelle Wahrnehmung (*noticing*) einen Selektionsprozess zur Identifikation wichtiger Aspekte und die Entscheidung darauf zu reagieren (van Es & Sherin, 2002). Dazu führen van Es und Sherin (2002, S. 573) drei Kernaspekte auf:

- “(a) identifying what is important or noteworthy about a classroom situation;
- (b) making connections between the specifics of classroom interactions and the broader principles of teaching and learning they represent; and
- (c) using what one knows about the context to reason about classroom interactions”.

Diese Darstellung bestätigt die Wechselwirkung zwischen professioneller Wahrnehmung und professionellem Wissen. Dazu führt Schlömerkemper (2014, S. 312) die Ansprüche an die professionelle Wahrnehmung von Lehrkräften aus:

- „Lehrerinnen und Lehrer sollten die Merkmale pädagogischer Handlungssituationen möglichst differenziert erfassen und verstehen können;
 - Lehrerinnen und Lehrer sollten sich über die Folgen ihres Handelns möglichst genau vergewissern und dabei auch und vor allem nach möglichen unbeabsichtigten ‚Nebenwirkungen‘ fragen.
- Zu beidem ist zweierlei förderlich bzw. notwendig:
- die Fähigkeit, entsprechende Reflexionsprozesse methodisch zu fundieren;
 - die Fähigkeit, über entsprechende Daten kompetent und kooperativ zu kommunizieren”.

Damit beschreibt Schlömerkemper (2014), dass Reflexionen nicht nur theoretisch fundiert sind, sondern auch strukturiert durchgeführt werden. Die differenzierte Wahrnehmung und die Reflexion der Folgen des Handelns stellen zudem Eigenschaften von professionellen Lehrkräften dar.

Um jedoch professionell in der Gestaltung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts zu sein, ist es notwendig zu definieren, was in dieser Domäne als relevant wahrzunehmen erachtet wird. Abels (2019b) hat die Analysen der professionellen Wahrnehmung im Kontext inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts nach den in Shulman (1987) aufgeführten Kompetenzfacetten (3.2.2.2) strukturiert. Dabei haben Lehrkräfte sich bei der Wahrnehmung nicht explizit auf Inklusionsaspekte bezogen. Dies zeigt sich auch in der Arbeit von Sellin et al. (2020) im Rahmen einer Interviewstudie zum inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht, wobei sich Lehrkräfte vermehrt auf allgemeinpädagogische als auf inklusiv naturwissenschaftliche Aspekte

bezogen haben. Bei Behling et al. (2019) werden die wahrzunehmenden Aspekte bei der professionellen Wahrnehmung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts nicht aufgezeigt. Insgesamt stellt die Definition dieser ein Desiderat in der Forschung dar.

3.3 Modell zur Professionalisierung für einen inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht

Die Professionalisierung von Lehrkräften zur Gestaltung eines inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts stellt ein Desiderat dar (Abels & Schütz, 2016). Grundle- gend dafür ist die Klarheit darüber, welches Wissen und welche Kompetenzen Lehr- kräfte dafür benötigen (Florian & Black-Hawkins, 2011; Abels & Schütz, 2016). Ab- bildung 2 stellt eine Übersicht über die Komponenten zur Professionalisierung für ein- en inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht dar und auf welche Weise diese in (Wechsel-)Wirkung stehen.

Die Professionalisierung für inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht greift auf die Wissensfacetten zurück, die an Baumert und Kunter (2006) angelehnt sind. Erwei- tert wurde das pädagogische Wissen durch das inklusiv pädagogische Wissen (iPK), das den Umgang mit Diversität betont (s. 3.2.2.1). Zusammen mit dem fachdidakti- schen bzw. für diese Arbeit dem naturwissenschaftsdidaktischen Wissen (PCK) (s. 3.2.2.2) entsteht eine neue Wissensfacette des inklusiv fachdidaktischen bzw. inklusiv naturwissenschaftsdidaktischen Wissens (iPCK) (s. 3.2.2.3). Bei dieser Facette geht es um das Wissen über spezifische Barrieren der naturwissenschaftlichen Charak- teristika, welche individuellen Potentiale Schüler*innen mitbringen und im naturwissen- schaftlichen Unterricht ausbilden können sowie welche didaktischen Mittel möglich sind, um die naturwissenschaftlichen Charakteristika inklusiv zu gestalten.

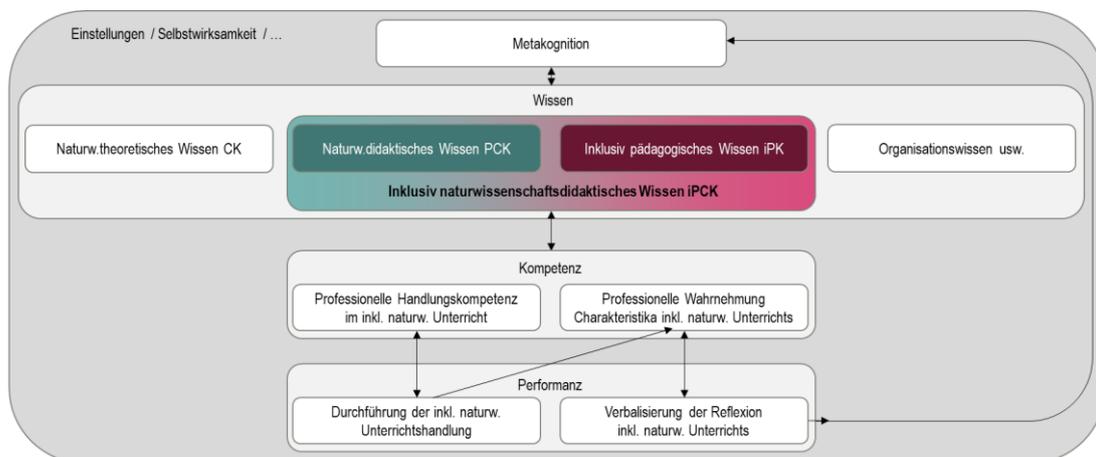


Abb. 3. Professionalisierung für einen inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht (weiterentwickelt von Baumert & Kunter, 2006; Blömeke et al., 2015a; Cheetham & Chivers, 1996; Meschede et al., 2017)

Im weiteren Verlauf des Modells wird das professionelle Wissen von Lehrkräften in Kompetenzen gegliedert. Dieser Prozess lehnt sich an das Kontinuum im P-I-D-Modell von Blömeke et al. (2015a) an, bei dem zwischen der Disposition (u.a. professionelles Wissen) und der beobachtbaren Performanz die situationsspezifischen kognitiven Fähigkeiten zwischengeschaltet sind. Aufschnaiter und Blömeke (2010) fassen zunächst zusammen, dass die professionelle Kompetenz von Lehrkräften sich aus theoriegeleiteten Wissenskomponenten und Fähigkeiten zur Unterrichtsplanung, -durchführung und Reflexion sowie Bereitschaft zur Weiterbildung zusammensetzt. Ähnlich ist es im Rahmen dieser Arbeit zu verstehen. Während das professionelle Wissen als allgemein verfügbar abgespeichert und losgelöst von einer bestimmten Situation ist, beschreiben die Kompetenzen die Fähigkeit, das verfügbare Wissen in einer bestimmten Situation gezielt anwenden zu können. Wissen kann abgefragt werden, Kompetenzen müssen sich praktisch zeigen. Insgesamt stehen Wissen und Kompetenzen in Wechselwirkung, weil die Lehrkraft durch den Praxisbezug bei der Anwendung der Kompetenzen ihr Wissen durch Erfahrungen modifizieren und erweitern kann (Santagata & Yeh, 2016). Diese Bidirektionalität resultiert aus der Erweiterung des P-I-D-Modells durch Meschede et al. (2017) (s. 3.2.3.2).

Bei der professionellen Handlungskompetenz, die sich in dieser Arbeit auf die Durchführung von Handlungen im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht konzentriert (s. 3.2.3.1), schätzt eine Lehrkraft z.B. bei einem naturwissenschaftlichen Konzept mögliche Barrieren ein, die die Zugänglichkeit zu diesem Konzept erschweren könnten. Aufgrund ihres Wissens hat die Lehrkraft ein Repertoire an didaktischen Mitteln zur Gestaltung von Zugängen zu diesem Konzept zur Verfügung. Ihre professionelle Handlungskompetenz zeigt sich darin, genau diejenigen Zugänge auszuwählen und so in der Praxis umzusetzen, dass ihre Schüler*innen am Lernen des naturwissenschaftlichen Konzepts partizipieren können. Dabei ist es möglich, dass Lehrkräften bestimmte Ressourcen nicht zur Verfügung stehen (z.B. digitale Medien, Experimentiermöglichkeiten) oder der Aufwand zur Realisierung bestimmter Zugänge nicht angemessen ist, weshalb die tatsächlichen Kompetenzen einer Lehrkraft in der Praxis nicht immer uneingeschränkt gezeigt werden können. Dieses Beispiel zeigt, dass sowohl die Ausbildung von Kompetenzen als auch die Performanz dieser immer abhängig von unterschiedlichen Faktoren (dunkelgraue Hinterlegung in Abb. 2) ist.

Bei der professionellen Wahrnehmung (Sherin, 2007; Stürmer et al., 2013) geht es ebenso darum, dass Lehrkräfte bei der Betrachtung von Unterricht, der entweder von einer anderen Person oder von ihnen selbst durchgeführt wurde, ihr inklusiv naturwissenschaftsdidaktisches Wissen situationsspezifisch verwenden, um gezielt inklusiv naturwissenschaftliche Aspekte wahrzunehmen. Dabei ist die Wahrnehmung wieder von unterschiedlichen Faktoren abhängig, wozu das Erkennen und Sehen von bestimmten Elementen in einer Unterrichtsszene gehört (Meschede et al., 2017). Welche Facetten der professionellen Wahrnehmung Lehrkräfte nach außen tragen, zeigt sich in der Verbalisierung ihrer Reflexion.

Die Wahrnehmung des eigenen Unterrichtshandelns kann strukturiert im Rahmen der Professionalisierung von Lehrkräften durchgeführt werden (Seidel et al., 2011). Reflexionsprozesse finden in der Unterrichtspraxis auch permanent statt, damit Lehrkräfte sich weiterentwickeln und Probleme lösen können. Alle Erkenntnisse und Erfahrungen, die bei der Reflexion erlangt werden, führen zur Metakognition, was in Anlehnung an Cheetham und Chivers (1996) in dem Modell zur Professionalisierung für inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht übernommen wurde.

3.3.1 Professionalisierung während der Praxisphase

Mithilfe der Praxisphase, in der Lehramtsstudierende für gewöhnlich ein einsemestriges Praktikum in der Schule absolvieren, können die Studierenden ihre professionellen Kompetenzen unter anderem hinsichtlich der Gestaltung und Durchführung von Unterricht, Kooperation und dem Umgang mit Heterogenität weiterentwickeln (Ulrich et al., 2020). König et al. (2020) bewerten den Einfluss der halbjährlichen Praxisphase dennoch als wenig effektiv im Vergleich zu Veränderungen, die sie bei der Durchführung von Unterrichtspraxis über zwei Jahre feststellen konnten. Diese Befunde spiegeln sich in der Expertiseforschung von Lehrkräften wider, wobei Lehrkräfte mit steigender Unterrichtserfahrung zunehmend ihre professionellen Kompetenzen erweitern (Berliner, 2001).

Im inklusiven Kontext belegen Bartels et al. (2020), dass die Studierenden bereits vor der Praxisphase hohe inklusionsbezogene Selbstwirksamkeitserwartungen haben und während der Praxisphase ihre Kompetenzeinschätzungen steigen. Dieser Anstieg hängt dabei vor allem von der universitären und schulischen Begleitung der Studierenden während der Praxisphase ab (Kulgemeyer et al., 2021). In Bezug auf die Begleitung der Praxisphase fassen Ulrich et al. (2020) zusammen, dass es bei der Verknüpfung von Praxisphase und Begleitseminar hohe Lerneffekte bei den Studierenden bzgl. eines effektiven Unterrichts gibt. Zudem zeigen Prediger und Buró (2021) in der Analyse von Unterrichtsvideos, dass Lehrkräfte inklusive Aufgaben, wie dem Diagnostizieren von Anforderungen, der Differenzierung von Lernzielen usw., am meisten mit Fokus auf die selektive Aufmerksamkeit der Schüler*innen, deren naturwissenschaftliches Vorwissen, die Sprachkompetenz und metakognitive Regulation einsetzen. Bei Schlüter (2018) haben Lehramtsstudierende während der Praxisphase inklusiven Chemieunterricht nach den Prinzipien des Universal Design for Learning (UDL) durchgeführt, wobei die Schüler*innen den Unterricht als zugänglich eingestuft haben. Zudem hatten die Schüler*innen nicht das Gefühl auf Barrieren gestoßen zu sein und haben die umgesetzten Zugänge (z.B. unterschiedliche motorische Handlungen beim Experimentieren, Gestaltung eines schüler*innennahen naturwissenschaftlichen Kontextes) als hilfreich beurteilt. Insgesamt haben die Videoanalysen des von den Studierenden während der Praxisphase gestalteten Chemieunterrichts gezeigt, dass sich die Praxis der Studierenden untereinander deutlich unterschieden hat und

trotz der Entwicklung durch ein Begleitseminar zur Praxisphase immer noch Entwicklungsbedarf der professionellen Kompetenzen der Studierenden vorhanden war (Schlüter, 2018). Dass sich die professionelle Handlungskompetenz von Lehrkräften, inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht zu gestalten, stark voneinander unterscheidet, bestätigen auch Prediger und Buró (2021).

Zudem zeigen Schlag und Glock (2019), dass Lehramtsstudierende während der Praxisphase nicht nur ihre professionellen Handlungskompetenzen, sondern auch ihre professionelle Wahrnehmung entwickeln. Um die professionelle Wahrnehmung zu entwickeln, bieten sich ebenfalls video-stimulierte Reflexionen als praxisnahe Erfahrungen während der Praxisphase an, wie im nächsten Abschnitt beschrieben wird.

3.3.2 Professionalisierung durch Video-stimulierte Reflexionen

Um inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht zu implementieren, ist die Entwicklung der professionellen Wahrnehmung dahingehend relevant, als dass diese die Implementierung adaptiver Unterrichtsstrategien bedingt (Gibson & Ross, 2016). Um die professionelle Wahrnehmung von Lehrkräften zu entwickeln hat sich der Einsatz von Unterrichtsvideos zur Reflexion bereits als lernförderlich gezeigt (Gröschner et al., 2018; Santagata & Guarino, 2011). Zudem beeinflusst dieser videobasierte Ansatz die Praxis von Lehrkräften positiv (Consuegra et al., 2016; Geiger et al., 2016). Roth et al. (2017) weisen zudem signifikante Einflüsse der Entwicklung von Reflexionskompetenzen durch einen videobasierten Ansatz auf das Lernen der Lehrkräfte und ihre Unterrichtspraxis sowie auf das Lernen der Schüler*innen nach. Video-basierte Ansätze unterstützen Lehrkräfte, um die Auswirkungen ihres Handelns auf das Lernen der Schüler*innen zu bedenken und Entscheidungen für Handlungsalternativen treffen zu können (Santagata & Guarino, 2011). Vor allem kann die professionelle Wahrnehmung von Lehrkräften geschult werden, wenn diese mehrmals Unterrichtssituationen mit einem bestimmten Fokus reflektieren (Sherin, 2007; Stürmer et al., 2013; van Es & Sherin, 2002).

Damit video-basierte Interventionen allerdings positive Effekte unterstützen können, ist deren Gestaltung von Bedeutung. Deshalb haben Roth et al. (2017, S. 6) insgesamt 19 Gestaltungskriterien für videostimulierte Reflexionen aufgestellt, von denen hier exemplarisch eine Auswahl aufgeführt wird:

- “[...] 1. Conceptual framework: A conceptual framework that is grounded in research about effective science teaching and learning and effective professional development defines the core substance of the program.
2. Specified teacher and student learning goals: The program is guided by clearly specified teacher and student learning goals that are closely tied to the conceptual framework—science content, pedagogical content knowledge, teaching practice. [...]

7. Scaffolded teaching practice: Teachers have scaffolded opportunities to practice using the science and the teaching strategies they are learning about (STeLLA curriculum materials). [...]

10. Shared science content and curriculum: Content-specific and curriculum-specific analysis of practice provides shared experiences that allow for deeper analysis of practice and development of common understandings of the content and the teaching strategies. [...]

12. Both exemplar and participant videos: Exemplar classroom videocases from teachers outside the study are used to develop an initial understanding of the strategies and the analysis process. Later in the program video analysis focuses on videos from participants' classrooms. [...]"

Auf diese Weise zeigen Roth et al. (2017) dass der erfolgreiche Einsatz von Videos zur Reflexion von mehreren Faktoren abhängig ist, die zu berücksichtigen und gezielt zu gestalten sind. Die Art und Weise, wie Lehramtsstudierende auf die videostimulierten Reflexionen vorbereitet werden, hat einen wesentlichen Einfluss auf die Ergebnisse der Reflexionen (Calderhead, 1981). Durch eine Strukturierung der videostimulierten Reflexionen und durch die Möglichkeit, dass Lehrkräfte Videos stoppen können, ist es möglich, dass Lehrkräfte tiefgründigere Antworten geben, als wenn Äußerungen adhoc gegeben werden müssen (Malva et al., 2021). Van Es und Sherin (2002) sowie Stürmer et al. (2013) schlagen zur Strukturierung der Reflexionen einen Dreisritt vor: (1) Beschreiben, (2) Interpretieren, (3) Generieren von Handlungsalternativen. Des Weiteren heben Stürmer et al. (2013) für die Reflexionen die Zielklarheit, einen deutlichen Fokus, die Unterstützung durch Anregungen, Anleitung und Feedback sowie ein positives Klima hervor. Insgesamt resultieren diese Gestaltungsprinzipien vor allem daraus, dass Unterricht, der in Videos festgehalten ist, komplex ist, weil eine Vielzahl an unterschiedlichen Vorgängen gleichzeitig stattfindet (Schlömerkemper, 2014; Sherin, 2007).

Die Wahrnehmung von Lehrkräften kann bei dem gleichen Videoausschnitt vollkommen unterschiedlich sein (Hoth et al., 2018). Das zeigt, wie individuell die Wahrnehmung ist und wird dadurch unterstützt, dass sie nicht nur vom professionellen Wissen, sondern von einigen weiteren Faktoren (z.B. welche Stimuli gesetzt werden) abhängig ist. Zudem hat die Videoerfahrung von Lehrkräften einen Einfluss darauf, wie viele relevante Aspekte sie wahrnehmen (Seidel et al., 2011). In Bezug auf den Zusammenhang von professionellem Wissen und der professionellen Wahrnehmung haben Hoth et al. (2018) nachgewiesen, dass Lehrkräfte mit einem umfänglichen professionellen Wissen ihre Wahrnehmung begründen, während weniger erfahrene Lehrkräfte keine Verbindung zu übergeordneten Konzepten herstellen. Während erfahrene Lehrkräfte ihre Wahrnehmung auf relevante Aspekte (Aspekte, die in der jeweiligen Situation gefordert sind) fokussieren, nehmen weniger erfahrene Lehrkräfte Aspekte nur oberflächlich wahr (Berliner, 2001; Gibson & Ross, 2016; Meschede et al., 2017). Weniger erfahrene Lehrkräfte fokussieren sich eher auf die Lehrkräftepersönlichkeit und Classroom-Management-Strategien, als auf fachspezifische Aspekte (Gibson & Ross, 2016;

Star & Strickland, 2008). Daher benötigen Lehramtsstudierende Begleitung bzw. Orientierungshilfen, um zu identifizieren, welche Aspekte in der Wahrnehmung relevant sind (Blomberg et al., 2014; Haverly et al., 2020).

Gröschner et al. (2018) zeigen zudem, dass sich durch den gemeinsamen Austausch nach den Videoreflexionen die Unterrichtspraxis von Lehrkräften verbessert. Zudem steigert Peer-Feedback zur Reflexion sowohl die Reflexionsbereitschaft als auch die professionelle Wahrnehmung von Lehramtsstudierenden (Ulrich et al., 2020). Lehramtsstudierende haben für gewöhnlich zu Anfang nur gering ausgeprägte Kompetenzen im Bereich der professionellen Wahrnehmung, die allerdings durch gezielte Schulung bedeutend weiterentwickelt werden können (Star & Strickland, 2008; Stürmer et al., 2013). Bei Sherin (2007) haben Lehrkräfte ihre Wahrnehmung zunächst auf allgemeinpädagogische Aspekte und das Verhalten der Lehrkraft fokussiert. Nach der videobasierten Intervention nahmen die Lehrkräfte relevante Aspekte wahr, die in der Reflexionsaufgabe gefordert waren.

Als videobasierter Ansatz wurden in der vorliegenden Arbeit Video-Stimulated Recalls (VSR) und Video-Stimulated Reflections (VSRef) angewendet, um die professionelle Wahrnehmung von Lehrkräften zu entwickeln.

“A growth in research on teachers’ ‘interactive’ thoughts and decision-making has led to the use of the research method of stimulated recall. The method has been employed in a number of different forms, but generally involves the replay of videotape or audiotape of a teacher’s lesson in order to stimulate a commentary upon the teacher’s thought processes at the time” (Calderhead, 1981, S. 211).

VSR wurden in der Forschung eingesetzt, um Einblicke in die Gedankengänge von Lehrkräften zu bekommen (Endacott, 2016). Dadurch, dass Lehrkräfte durch ihre eigenen Handlungen in den VSR an ihre Gedanken während des Unterrichts erinnert werden, ist es über das Verbalisieren dieser Gedanken für Forschende möglich, ebenso Einblicke über metakognitive Prozesse während der Durchführung von Praxis zu bekommen, was aus der reinen Analyse von Unterrichtsvideos nicht erschließbar wäre (Calderhead, 1981; Endacott, 2016; Malva et al., 2021). Auf diese Weise findet auch eine Verbindung zwischen der Reflexion und der Praxis statt. Diese Verbindung wird sich auch in VSRef zunutze gemacht, bei denen Lehrkräfte nicht Videoausschnitte des eigenen, sondern fremden Unterrichts reflektieren. Durch die sichtbaren Handlungen einer anderen Lehrkraft sollen ähnliche Gedanken und metakognitive Prozesse des Unterrichtens stimuliert werden, damit Lehrkräfte diese verarbeiten und verbalisieren können. Muir (2010) beschreibt video-stimulierte Reflexionsprozesse als *collaborative inquiry*, wobei zwischen Lehrkräften und Forschenden ein Dialog mit dem Fokus auf bestimmte Aspekte der Praxis entsteht. Bei VSR und VSRef ist es wichtig zu beachten, dass diese Methoden nie ein vollständiges Bild von den Gedanken der Lehrkräfte zeigen, weil der Weg von den Kompetenzen zu der Performanz, wie schon zuvor dargestellt, von einer Vielzahl an Faktoren abhängt (Calderhead, 1981).

Generell sind VSR und VSRef zu unterscheiden, weil die Reflexion von eigenen und fremden Unterrichts sich auf die professionelle Wahrnehmung von Lehrkräften auswirkt. Beisiegel et al. (2018) zeigen beispielsweise, dass sich die Reflexion eigener Unterrichtsvideos besser als die Reflexion fremder Unterrichtsvideos für die Entwicklung der professionellen Kompetenzen eignet. Bei den Reflexionen eigenen Unterrichts können sich Lehrkräfte stärker mit den Aktivitäten identifizieren und fühlen sich wieder in die Unterrichtsstunde hineinversetzt (Seidel et al., 2011). Zudem ist für die Weiterentwicklung der professionellen Kompetenzen von Lehrkräften die antreibende Kraft das selbstkritische Blicken auf die eigenen Handlungen (Terhart, 2011). Dahingegen reflektierten Lehrkräfte bei Seidel et al. (2011) ihren eigenen Unterricht weniger kritisch als fremden Unterricht und zeigen weniger Konsequenzen sowie Handlungsalternativen auf (Abels, 2019b).

Insgesamt zeigt sich der video-basierte Ansatz zur Entwicklung der professionellen Wahrnehmung als lernförderlich, wobei unterschiedliche Einflussfaktoren bei der Beforschung der professionellen Kompetenz von Lehrkräften zu berücksichtigen sind. Zum einen hängt die Wahrnehmung von der Komplexität der Videoausschnitte und der Video- sowie Praxiserfahrung der Lehrkräfte ab. Zum anderen haben die Betrachtungen eigener und fremder Videos einen Einfluss auf die Wahrnehmung und die Verbalisierungen der Reflexion. Entscheidend für die erfolgreiche Entwicklung der professionellen Wahrnehmung mittels Video ist die Strukturierung der Reflexionen und der klare Fokus, damit Lehrkräfte ihre Wahrnehmung auf die jeweils als relevant angesehenen Aspekte lenken können.

4. Forschungsfokus und Forschungsfragen

Wie eingangs dargestellt (s. 2.), unterteilt sich diese Arbeit in insgesamt zwei Stränge, bei denen ein Strang die Entwicklung des KinUs und der andere die Beforschung der professionellen Kompetenzen von Lehramtsstudierenden darstellt (Abb. 1). Dadurch, dass sich die professionellen Kompetenzen in die professionelle Handlungskompetenz und die professionelle Wahrnehmung aufteilen, werden in dieser Arbeit insgesamt drei Forschungsfokuse verfolgt.

4.1 Fokus 1. Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht

Die Forschungsfragen zum Forschungsfokus bzgl. der Entwicklung und Validierung des KinUs werden ausführlich in Brauns und Abels (2020) (Anhang Beitrag 4) und Brauns und Abels (2021b) (Anhang Beitrag 9) erörtert.

Um die professionellen Kompetenzen von Lehramtsstudierenden beforschen zu können, wurde das Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU) entwickelt. Wenngleich in der Forschung zuvor Kategoriensysteme zur Beforschung inklusiven Unterrichts aufgestellt wurden (Black-Hawkins, 2010; Booth & Ainscow, 2017; European Agency, 2017; Florian, 2014; z.B. Schurig et al., 2020; Soukakou, 2016), wurde die Verbindung von Inklusion und naturwissenschaftlichem Unterricht nicht konkret dargestellt. Theoretische Ansätze wurden beispielsweise in Stinken-Rösner et al. (2020) aufgemacht, wobei die Forschungslücke in diesem Bereich sowie die Forderung nach Instrumenten zur Gestaltung und Beforschung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts betont wird.

Mit dem Annehmen dieses Desiderats lag der erste Fokus in der Entwicklung des KinUs. Dafür wurde den folgenden Forschungsfragen nachgegangen:

FF1.1 Was sind die Charakteristika inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts?

Zur Beforschung dieser Frage wurden die Charakteristika inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts zunächst in einem systematischen Literaturreview identifiziert und in dem KinU abgebildet. Zur Validierung des KinUs für die Gestaltung und Beforschung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts hat sich das KinU zusätzlich einem Validierungsprozess unterzogen. Mithilfe der Überprüfung und Erfüllung von Gütekriterien der qualitativen Forschung war es das Ziel, die Qualität des KinUs zu erhöhen. Aus diesem Validierungsprozess ergab sich die folgende Forschungsfrage:

FF1.2 Inwieweit genügt das KinU 2.0 den Gütekriterien qualitativer Forschung?

4.2 Fokus 2. Professionelle Handlungskompetenz

Der Fokus zur professionellen Handlungskompetenz wird in (Brauns & Abels, eingereicht) (Anhang Beitrag 7) dargestellt.

Wie in dem Modell zur Profession inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts dargestellt (s. 3.3) wird in dieser Arbeit die professionelle Handlungskompetenz auf die Implementierung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts bezogen. Die allgemeine Handlungskompetenz wurde in der Forschung bereits ausführlich diskutiert (z.B. Baumert & Kunter, 2006), wohingegen die Entwicklung professioneller Kompetenzen für den inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht bisher ein Desiderat darstellt. Aus diesem Grund wurde die professionelle Handlungskompetenz mithilfe des KinUs definiert und der folgenden Forschungsfrage nachgegangen:

FF2.1 Welche inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika zeigen Lehramtsstudierende bei der Implementierung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts?

Bei dieser Frage wurde der Fokus daraufgelegt, welche Zugänge Lehramtsstudierende zum naturwissenschaftlichen Unterricht gestalten. Damit Schüler*innen am naturwissenschaftlichen Unterricht partizipieren können, ist es essentiell, dass ihnen möglichst unterschiedliche Repräsentationen als Zugänge geboten werden (CAST, 2018). Über die Gestaltung der Zugänge konnte deswegen eine Annäherung an die inklusive Umsetzung des naturwissenschaftlichen Unterrichts geschaffen werden.

Um zusätzlich die Entwicklung der professionellen Handlungskompetenz zu analysieren, wurde die folgende Forschungsfrage aufgestellt:

FF2.2 Wie entwickelt sich die professionelle Handlungskompetenz von Lehramtsstudierenden in Bezug auf die Implementierung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts während der Praxisphase?

Die Beforschung der Kompetenzentwicklung der Studierenden wurde dadurch ermöglicht, dass die Studierenden während der Praxisphase fortlaufend eigenen naturwissenschaftlichen Unterricht gestaltet und durchgeführt sowie zweimal videografiert haben.

Zudem fanden zwei Projektbandseminare parallel statt. Davon wurde eines für Lehramtsstudierende der Primarstufe und das andere für die Sekundarstufe I angeboten. Aufgrund der Zunahme der Fachlichkeit des naturwissenschaftlichen Unterrichts von der Primar- zur Sekundarstufe wurden die professionellen Kompetenzen der Studierenden beider Schulstufen miteinander verglichen:

FF2.3 Welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten zeigen Lehramtsstudierende der Primar- und Sekundarstufe I bei der Implementierung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts?

Insgesamt ist in Anlehnung an das Modell zur Professionalisierung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts (s. 3.3) zu bedenken, dass mit der Analyse der Unterrichtsvideos lediglich die Performanz der Studierenden analysiert werden konnte. Inwieweit von dieser auf die professionelle Handlungskompetenz geschlossen werden konnte, wird später diskutiert (s. 8.2).

4.3 Fokus 3. Professionelle Wahrnehmung

Die Forschungsfragen zu diesem Fokus werden in Brauns und Abels (in Vorb. b) (Anhang Beitrag 6) und Brauns und Abels (in Vorb. a) (Anhang Beitrag 9) im Detail ausgeführt. Zudem bieten die Ergebnisse der Analyse der in den VSRef eingesetzten Videovignette eine Referenznorm (Brauns & Abels, 2021c, Anhang Beitrag 5).

Im Rahmen dieser Arbeit wird die professionelle Wahrnehmung auf das *noticing* eingegrenzt (s. 3.2.2.2). Mit diesem Fokus wird generell der Frage nachgegangen, was Lehrkräfte wahrnehmen und nicht, wie sie das Wahrgenommene beschreiben bzw. begründen. Folglich wurde in den VSR und VSRef untersucht, welche Zugänge zu den naturwissenschaftlichen Charakteristika Lehramtsstudierende wahrgenommen haben. Es wurde nicht analysiert, ob die Lehramtsstudierenden diese Zugänge auch als inklusiv eingeschätzt haben oder auf welcher Basis sie ihre Aussagen begründet haben. Mit der Anwendung des KinUs wurden deshalb die folgenden Fragen beantwortet:

FF3.1 Welche inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika nehmen Lehramtsstudierende in Unterrichtsvideos wahr?

Durch die Begleitung der Studierenden über mehrere Semester kann zudem erhoben werden, wie sich ihre professionelle Wahrnehmung entwickelt. Mithilfe von wiederholten Durchführungen der VSR und VSRef wurde die folgende Frage beforscht:

FF3.2 Wie entwickelt sich die professionelle Wahrnehmung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts der Lehramtsstudierenden?

Um herauszufinden, ob und welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten sich in der professionellen Wahrnehmung bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts unterschiedlicher Schulstufen ergeben, wurde ebenfalls die folgende Frage beforscht:

FF3.3 Welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten ergeben sich bzgl. der professionellen Wahrnehmung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts bei den Lehramtsstudierenden der Primar- und Sekundarstufe I?

Die Formulierung der nächsten Forschungsfrage ergab sich daraus, dass mithilfe der VSR und VSRef unterschiedliche Erhebungen durchgeführt wurden. Zudem ist aus

der Forschung bekannt, dass sich bei der Reflexion von eigenem und fremdem Unterricht Unterschiede ergeben (z.B. Seidel et al., 2011). Zunächst wurden die Ergebnisse der VSR und VSRef in den einzelnen Artikeln getrennt voneinander betrachtet und in der Diskussion dieses Rahmens nun zusammengeführt.

FF3.4 Welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten ergeben sich bzgl. der professionellen Wahrnehmung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts für die Reflexion eigener (VSR) und fremder (VSRef) Videos?

5. Forschungsfeld

Die Organisation des Projektbands und die Beforschung der professionellen Kompetenzen der Studierenden, während sie das Projektband besucht haben, wird im Detail in Brauns et al. (2020) beschrieben (Anhang Beitrag 3).

Beforscht wurden Lehramtsstudierende naturwissenschaftlicher Fächer der Primarstufe (Sachunterricht) und Sekundarstufe I (Biologie und Chemie). Für beide Schulstufen wurde jeweils ein dreisemestriges Projektbandseminar zum Forschenden Lernen im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht angeboten. Ziel der Projektbänder ist es, dass Studierende im Rahmen des Praxissemesters eigene Forschungsprojekte in der Schule durchführen. Im ersten Semester werden die Studierenden in die Konzepte inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts, dem Forschenden Lernen und Forschungsmethoden eingeführt, im zweiten Semester führen sie ihre Datenerhebungen in der Praxisphase (halbjähriges Praktikum in der Schule) durch und im dritten Semester werten sie ihre Daten aus sowie sie die Ergebnisse hochschulöffentlich präsentieren. Im Zuge des Nawi-In Projekts wurden im ersten Semester Grundlagen zum inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht und zur Videoforschung vertieft (Abb. 4) (Brauns et al., 2020). Im zweiten Semester haben die Studierenden eigenen naturwissenschaftlichen Unterricht inklusiv gestaltet, durchgeführt und videografiert. Zudem haben sie mithilfe der Reflexion des eigenen Unterrichts und der Generierung von Handlungsalternativen (Video-Stimulated Recall, VSR) einen überarbeiteten Unterricht erneut durchgeführt, videografiert und reflektiert. Diesen Kreislauf sind die Lehramtsstudierenden insgesamt zweimal durchlaufen, wobei ihre Unterrichtsvideos bzgl. der professionellen Handlungskompetenz und die VSR bzgl. der professionellen Wahrnehmung analysiert wurden. Zudem haben die Lehramtsstudierenden zu drei Erhebungszeitpunkten (vor und nach dem ersten Semester sowie nach dem zweiten Semester) eine fremde Videovignette reflektiert (Video-Stimulated Reflection; VSRef), wobei ebenfalls die professionelle Wahrnehmung der Lehramtsstudierenden beforscht wurde.

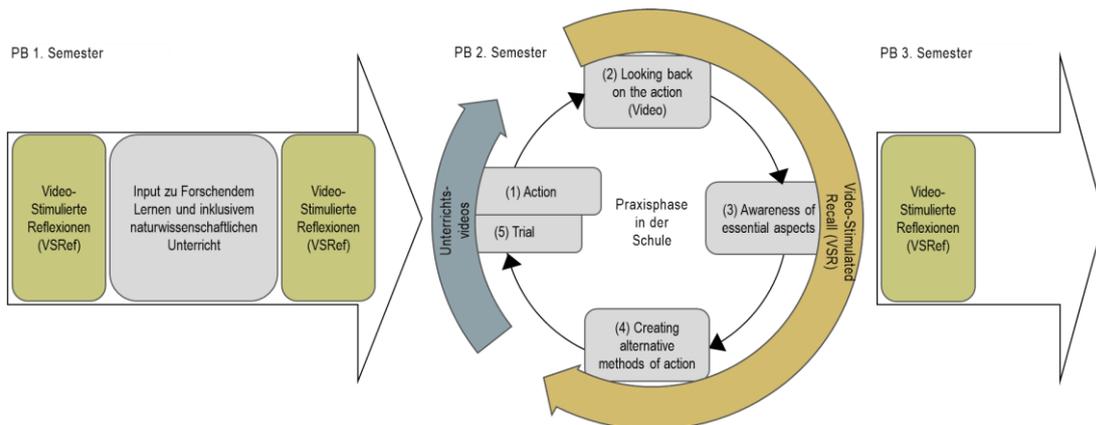


Abb. 4. Ablauf und Beforschung des Projektband Seminars (verändert nach Brauns et al., 2020, S. 208)

Im Nawi-In Projekt wurden von 2018 bis 2021 insgesamt drei Kohorten begleitet. In dieser Arbeit wurde die erste Kohorte befolgt, da die zweite Kohorte aufgrund von Corona nicht in die Praxisphase in die Schule gehen konnte. Die Begleitung einer dritten Kohorte konnte wegen einer Verlängerung des Nawi-In Projekts umgesetzt werden, lag allerdings nicht in dem zeitlichen Rahmen dieser Arbeit. Bei der ersten Kohorte lagen insgesamt die in Tabelle 1 aufgelisteten Daten vor und wurden mit dem KinU analysiert. Bei den VSRef wurden nur Fälle integriert, bei denen zu allen Erhebungszeitpunkten die Daten vorlagen. Wegen eines Mangels der Beteiligung wurden dagegen bei den Unterrichtsvideos, die die Lehramtsstudierenden während der Praxisphase angefertigt haben, und bei den VSR alle Daten, die vorhanden waren, verwendet. Dadurch, dass die Studierenden die Unterrichtsvideos meistens in Tandems erstellt haben, wurden die jeweiligen Lehramtsstudierenden, die gemeinsam unterrichten haben, in Fällen zusammengefasst (Brauns & Abels, eingereicht).

Tab. 1. Übersicht der Daten

Schulstufe	Kenncode	Fokus 2. Professionelle Handlungskompetenz			Fokus 3. Professionelle Wahrnehmung				
		Unterrichtsvideos			VSRef			VSR	
		Fall	EZP 1	EZP 2	EZP 1	EZP 2	EZP 3	EZP 1	EZP 2
Primar	BM31E	1.1	X	X	X	X	X		
	CJ18U	1.3	X		X	X	X		
	EA34B	1.2	X	X					
	GL65S				X	X	X		
	IT49S				X	X	X		
	KF45B	1.4	X		X	X	X		
	KU34A	1.1	X	X					
	MM25N	1.2	X	X	X	X	X		
UF22A				X	X	X			
Sek I	CM85D	2.1	X	X	X	X	X	X	X
	GJ79L	2.2	X		X	X	X	X	X
	HA51H	2.2	X		X	X	X	X	X
	HM06M	2.2	X		X	X	X	X	X
	SJ99H	2.1	X	X	X	X	X		X
Summe (Primar/Sek I)			11 (6/5)	6 (4/2)	12 (7/5)	12 (7/5)	12 (7/5)	4 (0/4)	5 (0/5)

6. Methoden

Entsprechend des jeweiligen Fokus dieser Arbeit wurden die Forschungsmethoden ausgewählt. Bei der Entwicklung des KinUs wird zentral die Ableitung der Kategorien sowie die Triangulation der Daten zur Validierung dargestellt. Für die Beforschung der professionellen Handlungskompetenz inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts wurden Videoanalysen des Unterrichts der Studierenden und zur Beforschung der professionellen Wahrnehmung video-stimulierte Reflexionen durchgeführt. Alle Methoden werden in diesem Teil knapp dargestellt. Ausführlichen Beschreibungen werden in den entsprechenden Beiträgen zu dieser Arbeit vorgenommen.

6.1 Ethik

„Die ethische Unbedenklichkeit der Analyse der Unterrichtsvideos im Nawi-In Projekt wurde von der Ethikkommission der Leuphana Universität Lüneburg, die nach den ‚Leitlinien zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis‘ der DFG (2019) handeln, bestätigt. Zudem wurde die Forschung an den Schulen von der niedersächsischen Schulbehörde genehmigt. Sowohl die jeweiligen Schulleitungen, Lehrkräfte, Studierenden, Erziehungsberechtigten und Schüler*innen wurden umfassend über ihre Rechte nach Art. 6 Abs. 1 S. 1 Buchstabe a Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) aufgeklärt und haben freiwillig ihre Teilnahme am Nawi-In Projekt erklärt. Alle Daten werden hier anonymisiert dargestellt“ (Brauns & Abels, eingereicht, n.p.).

6.2 Fokus 1. Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht

Die Entwicklung des KinUs unterteilt sich in die Ableitung der Kategorien aus der Literatur in Form eines systematischen Reviews, welches in Brauns und Abels (2020) (Anhang Beitrag 4) detailliert aufgeführt ist, sowie in die Datentriangulation zur Validierung des KinUs, die in Brauns und Abels (2021b) (Anhang Beitrag 9) umfangreich dargestellt ist.

6.2.1 Entwicklung des KinUs

Datenerhebung

Anhand eines systematischen Literaturreviews wurden Publikationen zum inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht gezielt identifiziert (Brauns & Abels, 2020). Dafür wurden alle deutschen und englischen Publikationen mit konkretem Bezug zum inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht, die bis einschließlich 2019 veröffentlicht

wurden, berücksichtigt. Um eine möglichst umfangreiche und auf den inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht fokussierte Stichprobe zu erhalten, wurden die Suchbegriffe jeweils aus einer inklusiven, einer naturwissenschaftlichen und einer Bildungskomponente zusammengesetzt und Datenbanken ausgewählt, die einschlägig für Arbeiten im Bildungsbereich sind. Der Selektionsprozess der Literatur zur finalen Stichprobe fand systematisch nach Fink (2009) statt und wurde zweimal erweitert, wobei eine weitere Datenbank sowie zusätzliche Suchbegriffe hinzugezogen wurden. Insgesamt ist die Datenerhebung zur Entwicklung des KinUs ausführlich in Brauns und Abels (2020) beschrieben. Insgesamt umfasste die Stichprobe des systematischen Literaturreviews $n=297$ Titel zum inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht (Brauns & Abels, 2020).

Datenauswertung

Alle Titel der Stichprobe wurden mittels fokussierter Zusammenfassung der Qualitativen Inhaltsanalyse analysiert (Kuckartz, 2018), wodurch die Kategorien des KinUs induktiv aus der Literatur abgeleitet wurden (Brauns & Abels, 2020). Dabei wurden jeweils Passagen kodiert (genannt Codings), die ein naturwissenschaftliches Charakteristikum (z.B. naturwissenschaftliche Fachsprache, Experimente usw.) mit einem inklusiven Zugang (z.B. als Lernbegleitung unterstützen, durch Visualisierungen unterstützen, usw.) verbinden. Im nächsten Schritt wurden die Codings paraphrasiert, Paraphrasen ähnlichen Inhalts geclustert und nach den naturwissenschaftlichen Charakteristika und Zugängen strukturiert sowie schließlich zu Kategorien zusammengefasst. Die Kategorien wurden vier verschiedenen Abstraktionsebenen von der abstrakten Hauptkategorie, über die Subkategorie, dem Code, bis zum konkreten Subcode zugeordnet. Um die Qualität der Selektion der Literatur und der induktiven Ableitung bzw. Formulierung und Strukturierung der Kategorien zu garantieren, wurden alle einzelnen Arbeitsschritte von jeweils mindestens einer weiteren forschenden Person überprüft und gemeinsam diskutiert (Brauns & Abels, 2020).

Im Zuge der quantitativen Datenauswertung wurden die Verteilungen der Literatur und der Kategorien des KinUs deskriptiv dargestellt. Die quantitativen Auswertungen fanden mithilfe von SPSS statt, um Verteilungen, beispielsweise der empirischen und theoretisch konzipierten Arbeiten, der Stichprobe und die Verteilung der Anzahlen der Kategorien pro Hauptkategorie darzustellen (Brauns & Abels, 2020).

6.2.2 Überprüfen der Güte des KinUs

Datenerhebung

Zur Validierung des KinUs wurde überprüft, ob es die Praxis angemessen abbildet. Dazu wurden die Kategorien des KinUs, die aus der vorrangig theoretisch konzipierten Literatur abgeleitet wurden (Brauns & Abels, 2020), auf die unterschiedlichen Daten angewendet, überprüft und überarbeitet (Brauns & Abels, 2021b). Die Validierung des

KinUs fand in einem Validierungsprozess durch die Analyse der Videovignette, der VSRef und der Unterrichtsvideos auf die Praxis statt (Abb. 1, S. 4) (Brauns & Abels, 2021b). Auf diese Weise wurde das KinU im Kontext des inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts mithilfe unterschiedlicher Datenarten überprüft. Dabei wurden bei jedem Validierungsschritt Implikationen zur Adaption des KinUs (z.B. zur Überarbeitung der Kategorien, weil sie nicht disjunkt sind) zusammengestellt, die für den nächsten Schritt der Triangulation der Validierungsschritte verwendet wurden. Zudem fand die induktive Erweiterung der Kategorien des KinUs kumulativ statt. Das bedeutet, dass mit jeder weiteren Analyse sukzessive das Kategoriensystem durch neue Kategorien erweitert wurde.

Datenauswertung

Die Implikationen aus den einzelnen Validierungsschritten wurden in Brauns und Abels (2021b) durch Datentriangulation (Flick, 2019; Lamnek & Krell, 2010) zusammengeführt und das KinU entsprechend adaptiert. Zu den Implikationen zählte beispielsweise, die Struktur des KinUs für eine verbesserte Anwendbarkeit zu vereinfachen (Brauns & Abels, 2021b). Auf Basis der Ergebnisse wurden Kategorien des KinUs teilweise gelöscht, umgestellt, zusammengefügt oder erweitert. Qualitativ wurden die Ergebnisse im KinU 2.0 abgebildet. Zudem wurden die kumulative Entwicklung des KinUs sowie die Verteilung der Kategorien des KinUs 2.0 deskriptiv ausgewertet und dargestellt.

Zur Überprüfung der Qualität des KinUs wurde dieses auf Gütekriterien der qualitativen Inhaltsanalyse bzw. qualitativen Forschung (z.B. empirische Fundierung, Reproduzierbarkeit (Döring & Bortz, 2016)) in Brauns und Abels (2021b) überprüft.

6.3 Fokus 2. Professionelle Handlungskompetenz

Die professionelle Handlungskompetenz bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts wurde mithilfe der Unterrichtsvideos der Lehramtsstudierenden erhoben. Die detaillierte Darstellung der Datenerhebung und -auswertung ist in Brauns und Abels (eingereicht) (Anhang Beitrag 7).

Datenerhebung

Die Unterrichtsvideos wurden im Rahmen der Praxisphase, in der die Lehramtsstudierenden in der Schule eigenen Unterricht durchgeführt haben, angefertigt (Brauns & Abels, 2021b, eingereicht). Dafür wurde den Studierenden eine Videokamera mit einem externen Mikrofon und ein Stativ zur Verfügung gestellt. Während die Studierenden einen eigens konzipierten naturwissenschaftlichen Unterricht, der möglichst inklusiv und nach dem Forschenden Lernen (Blanchard et al., 2010; Brauns et al., 2020) gestaltet sein sollte, durchgeführt haben, hat eine zweite Person die Kamera permanent auf sie gerichtet, um die Lehrkräftehandlungen im Fokus zu haben.

Datenauswertung

Die Analyse der Unterrichtsvideos fand mittels qualitativer Inhaltsanalyse (Mayring, 2015) statt (Brauns & Abels, 2021b, eingereicht). Dabei wurde das KinU 1.0 deduktiv auf das Videomaterial angewendet und induktiv anhand der Videos ergänzt. Die Unterrichtsvideos wurden immer komplett analysiert, wobei mit den Kategorien des KinUs jeweils die naturwissenschaftlichen Charakteristika in Verbindung mit ihrer Gestaltung (z.B. die Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden durch Impulse in der Lernbegleitung unterstützen) kodiert wurden. Die Codings wurden dann nach den Hauptkategorien des KinUs, Schulstufen und den einzelnen Fällen (s. 5., Tab. 1) zusammengefasst. Insgesamt wurden die Analysen in einem argumentativen Prozess (Döring & Bortz, 2016) überprüft, um die Qualität der Ergebnisse sicherzustellen. Zudem wurden die Daten aus der Analyse für die deskriptive Statistik in SPSS (Version 25) übertragen und T-Tests zur Ermittlung von signifikanten Unterschieden durchgeführt.

6.4 Fokus 3. Professionelle Wahrnehmung

Die professionelle Wahrnehmung bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts wurde sowohl mithilfe von VSRef, als auch VSR beforscht. Der Unterschied beider Methoden liegt darin, dass bei den VSRef die Lehramtsstudierenden eine fremde Videovignette, bei den VSR ihren eigenen Unterricht reflektiert haben. Die Methode der VSRef ist in Brauns und Abels (in Vorb. b) (Anhang Beitrag 6) beschrieben. Die Methode der VSR ist in Brauns und Abels (in Vorb. a) (Anhang Beitrag 9) detailliert dargestellt.

6.4.1 Video-Stimulated Reflections

Datenerhebung

Wie in Abschnitt 5 bereits dargestellt wurde (Abb. 4), wurden zu drei Erhebungszeitpunkten Video-Stimulated Reflections (VSRef) mit den Lehramtsstudierenden durchgeführt (in Vorb. b). Dabei wurde den Studierenden jeweils die gleiche ca. fünfminütige Videovignette gezeigt. Die Videovignette zeigt den Zusammchnitt einer naturwissenschaftlichen Sachunterrichtsstunde einer erfahrenen Lehrkraft zum Forschenden Lernen (Brauns & Abels, 2021b). Bei jeder VSRef wurden die Studierenden aufgefordert inklusiv respektive exklusiv naturwissenschaftliche Aspekte zu beschreiben, zu interpretieren und Handlungsalternativen zu generieren (Brauns & Abels, in Vorb. b). Alle VSRef wurden audiografiert und transkribiert (MAXQDA (Version 2020)).

Datenauswertung

Die Auswertung der VSRef fand mithilfe des KinUs 1.0 statt (Brauns & Abels, in Vorb. b). Dabei wurde das KinU deduktiv auf die VSRef angewendet, um die wahrgenommenen inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika mit der Software MAXQDA (2020) zu kodieren. Die in den Codings gewonnenen Daten wurden mittels inhaltlicher Strukturierung der qualitativen Inhaltsanalyse (Mayring, 2015) ausgewertet. Bei der qualitativen Inhaltsanalyse wurden mit dem KinU gezielt die inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika, die die Studierenden in der Videovignette wahrgenommen haben, kodiert. Danach wurden die Codings entlang der Hauptkategorien des KinUs zusammengefasst. Um die Qualität der Datenauswertung der VSRef sicherzustellen, wurden die Ergebnisse in einer argumentativen Validierung (Döring & Bortz, 2016) überprüft. Die Daten der VSRef wurden nicht nur inhaltlich zusammengefasst, sondern auch deskriptiv mithilfe von Excel (2021) und SPSS (Version 27) dargestellt.

6.4.2 Video-Stimulated Recalls

Datenerhebung

Die Video-Stimulated Recalls (VSR) wurden während der Praxisphase im zweiten Semester durchgeführt (Brauns & Abels, in Vorb. a). Hierbei haben die Studierenden ein bis zwei inklusive oder exklusive Szenen ihres selbst durchgeführten und videografierten Naturwissenschaftsunterricht ausgewählt und ebenfalls, wie bei den VSRef, den Dreischritt (beschreiben, interpretieren, Handlungsalternativen generieren) durchgeführt. Diese Reflexionen haben sie im zur Praxisphase begleitenden Projektband präsentiert. Dabei wurden die VSR audiografiert und später transkribiert.

Datenauswertung

Die Datenauswertung der VSR fand analog zu den VSRef statt (Brauns & Abels, in Vorb. a). Für die Analyse der VSR wurde das KinU 2.0 verwendet. Das methodische Vorgehen der qualitativen Inhaltsanalyse wurde genau wie bei der Analyse der VSRef durchgeführt. Unterschiede lagen dennoch darin, dass bei den VSRef Daten aus beiden Schulstufen der ersten Kohorte und bei den VSR nur die Daten der Sekundarstufe ausgewertet wurden.

7. Ergebnisse

Insgesamt werden die Ergebnisse entlang der drei Fokusse dieser Arbeit präsentiert: Entwicklung des KinUs, professionelle Handlungskompetenz und professionelle Wahrnehmung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts. In den folgenden Abschnitten werden jeweils Zusammenfassungen der zentralen Ergebnisse dargestellt und auf die jeweiligen Beiträge verwiesen, in denen diese ausführlich diskutiert sind.

7.1 Fokus 1. Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht

Die Ergebnisse mit dem Fokus auf der Ableitung der Kategorie des KinUs 1.0 aus der Literatur sowie die Weiterentwicklung als KinU 2.0 sind in Brauns und Abels (2020) (Anhang Beitrag 4) und in Brauns und Abels (2021b) (Anhang Beitrag 9) im Detail dargestellt. Zudem wird die Überprüfung der Güte des KinUs 2.0 in Brauns und Abels (2021b) (Anhang Beitrag 9) erörtert.

7.1.1 Entwicklung des KinUs

Die Entwicklung des KinUs bezieht sich auf die Forschungsfrage FF1.1 zur systematischen Darstellung der Charakteristika inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts. In diesem Abschnitt werden die zentralen Ergebnisse des Prozesses zur Entwicklung des Kategoriensystems beschrieben.

Eine vereinfachte Übersicht des KinUs 2.0 mit den Charakteristika inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts ist Brauns und Abels (2021b) (digitaler Anhang) abgebildet. Die Charakteristika inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts sind in dem KinU (Version 1.0 und 2.0) zu finden und sind als digitaler Anhang dieser Arbeit beigefügt sowie sie open access unter www.leuphana.de/inclusive-science-education publiziert wurden.

Im KinU 1.0 wurden insgesamt $n=935$ Charakteristika inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts aus der Literatur abgeleitet, wobei etwa die Hälfte der Kategorien aus theoretisch-konzeptionellen Quellen stammte und die andere Hälfte aus empirischen Arbeiten (Brauns & Abels, 2020). Insgesamt wurden $n=16$ naturwissenschaftliche Charakteristika identifiziert, die in den Kategorien des KinUs mit inklusiven Zügängen verbunden wurden (Abb. 5).

1. Naturw. Lernorte inklusiv gestalten	2. Sicherheit für den inklusiven Unterricht adaptieren	3. Diagnostizieren naturw. Spezifika (inklusive gestalten)	4. Naturw. Konzepte inklusiv vermitteln	5. Naturw. Kontexte inklusiv gestalten
16. Verstehen von Nature of Science inklusiv vermitteln	Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht KinU 1.0			6. Entwicklung von naturw. Fachsprache inklusiv vermitteln
15. Naturw. Datenauswertung und Ergebnisdarstellung inklusiv gestalten				7. Forschendes Lernen inklusiv gestalten
14. Entwicklung von naturw. Schüler*innenvorstellungen inklusiv ermöglichen				8. Naturw. Phänomene inklusiv vermitteln
13. Anwendung naturw. Untersuchungsmethoden inklusiv gestalten	12. Naturw. Dokumentieren inklusiv gestalten	11. Naturw. Informationsmedien inklusiv gestalten	10. Aufstellen von Hypothesen und naturw. Fragestellungen inklusiv gestalten	9. Naturw. Modelle inklusiv vermitteln

Abb. 5. KinU 1.0 (translated after Brauns & Abels, 2021b, S. 3)

Auf der zusammengefassten Ebene des KinUs bilden diese Charakteristika in Verbindung mit der inklusiven Gestaltung die Hauptkategorien. Alle weiteren 919 Kategorien verteilen sich auf drei weitere Ebenen, die bis zur Subcode-Ebene immer konkreter werden (Abb. 6).



Abb. 6. Abstraktionsebenen des KinUs (Brauns & Abels, 2020, S. 13)

Zu den Hauptkategorien mit den meisten unterliegenden Kategorien gehören z.B. die inklusive Gestaltung der Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden (Kat. 13) und die inklusive Vermittlung naturwissenschaftlicher Konzepte (Kat. 4). Insgesamt werden in dem KinU 1.0 Lücken aufgezeigt, in welchen Bereichen inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts bis 2019 nur wenige Handlungshinweise für Lehrkräfte gegeben werden bzw. welche Bereiche bis dahin nur wenig beforscht wurden (z.B. bei der inklusiven Vermittlung naturwissenschaftlicher Phänomene (Kat. 8)). Zudem wurden über die Hälfte der Kategorien des KinUs 1.0 aus theoretisch konzeptionellen anstatt empirisch basierten Arbeiten abgeleitet. Besonders diese Aspekte waren Grund für die Validierung und Weiterentwicklung des KinUs 1.0.

Bei der sukzessiven Erweiterung des KinUs 1.0, wurden mit jedem Validierungsschritt, das heißt bei der Anwendung des KinUs auf die Videovignette, die VSRef und Unterrichtsvideos, induktive Kategorien ergänzt (Brauns & Abels, 2021b). Bei den Videoanalysen wurden nicht nur die meisten der induktiven Kategorien abgeleitet, diese wurden auch zu einem Großteil auf der konkreten Subcode-Ebene gebildet. Zudem wurden hauptsächlich induktive Kategorien zum Generieren von Hypothesen und naturwissenschaftlichen Fragestellungen (Kat. 10) sowie zur Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden (Kat. 13) erweitert.

Zusätzlich zur Erweiterung des KinUs 1.0 wurden Implikationen bei jedem Validierungsschritt festgehalten, die zur Adaption des KinUs 1.0 geführt haben (Abb. 7) (Brauns & Abels, 2021b). Dadurch, dass das KinU äußerst umfangreich gestaltet war, wurden die folgenden Anforderungen an eine verbesserte Anwendbarkeit gestellt:

- Vereinfachung der Struktur
- Erstellung eines Überblicks
- Überarbeitung und Erweiterung der Code-Ebene

Des Weiteren ergaben sich Änderungen daraus, dass bestimmte Kategorien nicht disjunkt waren, was sich bei der Anwendung des KinUs 1.0 auf die Praxis bzw. auf die Daten im Nawi-In Projekt gezeigt hat:

- Löschen der Subkategorien zur Gestaltung unterschiedlicher Anforderungsniveaus
- Löschen der Haupt- und Subkategorien zur Gestaltung der Lernumgebung
- Löschen der Hauptkategorie zum Forschenden Lernen
- Weitere Implikationen (z.B. Zusammenfassen nicht disjunkter Codes)

Ebenfalls wurde durch die Anwendung des KinUs 1.0 auf die Unterrichtsvideos und -reflexionen deutlich, dass die naturwissenschaftlichen Fragestellungen und Hypothesen im Unterricht und in Unterrichtsreflexionen meist getrennt voneinander gezeigt bzw. thematisiert werden. Deshalb wurde die folgende Implikation umgesetzt:

- Trennen der naturwissenschaftlichen Fragestellungen und Hypothesen als zwei eigenständige Hauptkategorien

1. Naturw. Lernorte inklusiv gestalten	2. Sicherheit für den inklusiven Unterricht adaptieren	3. Diagnostizieren naturw. Spezifika (inklusive gestalten)	4. Naturw. Konzepte inklusiv vermitteln	5. Naturw. Kontexte inklusiv gestalten
16. Verstehen von Nature of Science inklusiv vermitteln	Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht KinU 1.0			6. Entwicklung von naturw. Fachsprache inklusiv vermitteln
15. Naturw. Datenauswertung und Ergebnisdarstellung inklusiv gestalten				7. Forschendes Lernen inklusiv gestalten
14. Entwicklung von naturw. Schüler*innenvorstellungen inklusiv ermöglichen				8. Naturw. Phänomene inklusiv vermitteln
13. Anwendung naturw. Untersuchungsmethoden inklusiv gestalten				9. Naturw. Modelle inklusiv vermitteln
	12. Naturw. Dokumentieren inklusiv gestalten	11. Naturw. Informationsmedien inklusiv gestalten	10. Aufstellen von naturw. Hypothesen inklusiv gestalten	10. Aufstellen naturw. Fragestellungen inklusiv gestalten

Abb. 7. Änderungen der Hauptkategorien durch die Validierung (translated after Brauns & Abels, 2021b, S. 16)

Nach der Validierung und Überarbeitung des KinUs 1.0 wurde das KinU 2.0 entwickelt (Brauns & Abels, 2021b). Dieses bildet n=2117 Charakteristika inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts ab, die sich auf insgesamt n=15 Hauptkategorien verteilen (Abb. 8). Die vier Abstraktionsebenen des KinUs sind geblieben.

1. Sicherheit für den inklusiven Unterricht adaptieren	2. Diagnostizieren naturw. Spezifika (inklusive gestalten)	3. Naturw. Konzepte inklusiv vermitteln	4. Naturw. Kontexte inklusiv gestalten	5. Entwicklung von naturw. Fachsprache inklusiv vermitteln
...	Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht KinU 2.0			6. Naturw. Phänomene inklusiv vermitteln
15. Verstehen von Nature of Science inklusiv vermitteln				7. Naturw. Modelle inklusiv vermitteln
14. Naturw. Datenauswertung und Ergebnisdarstellung inklusiv gestalten				8. Aufstellen naturw. Fragestellungen inklusiv gestalten
13. Entwicklung von naturw. Schüler*innenvorstellungen inklusiv ermöglichen	12. Anwendung naturw. Untersuchungsmethoden inklusiv gestalten	11. Naturw. Dokumentieren inklusiv gestalten	10. Naturw. Informationsmedien inklusiv gestalten	9. Aufstellen von naturw. Hypothesen inklusiv gestalten

Abb. 8. Das KinU 2.0 (translated after Brauns & Abels, 2021b, S. 18)

Sowohl durch die induktive Erweiterung der Kategorien als auch die Vereinheitlichung der Struktur des KinUs 2.0 verteilen sich die Kategorien fast gleichmäßig bis zur Code-Ebene, wohingegen die Anzahlen der Kategorien des KinUs 1.0 noch stärker variiert haben (Abb. 9). Zudem fand besonders auf der Code-Ebene eine Erweiterung der Kategorien statt. Auf der Subcode-Ebene sind immer noch teilweise größere Unterschiede bzw. Lücken vorhanden, obwohl bei einzelnen Kategorien ein starker Zuwachs zu verzeichnen ist. Zu den Kategorien mit den meisten Subcodes gehören z.B. die inklusive Gestaltung der Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden (Kat. 12) und die inklusive Entwicklung der Fachsprache (Kat. 5).

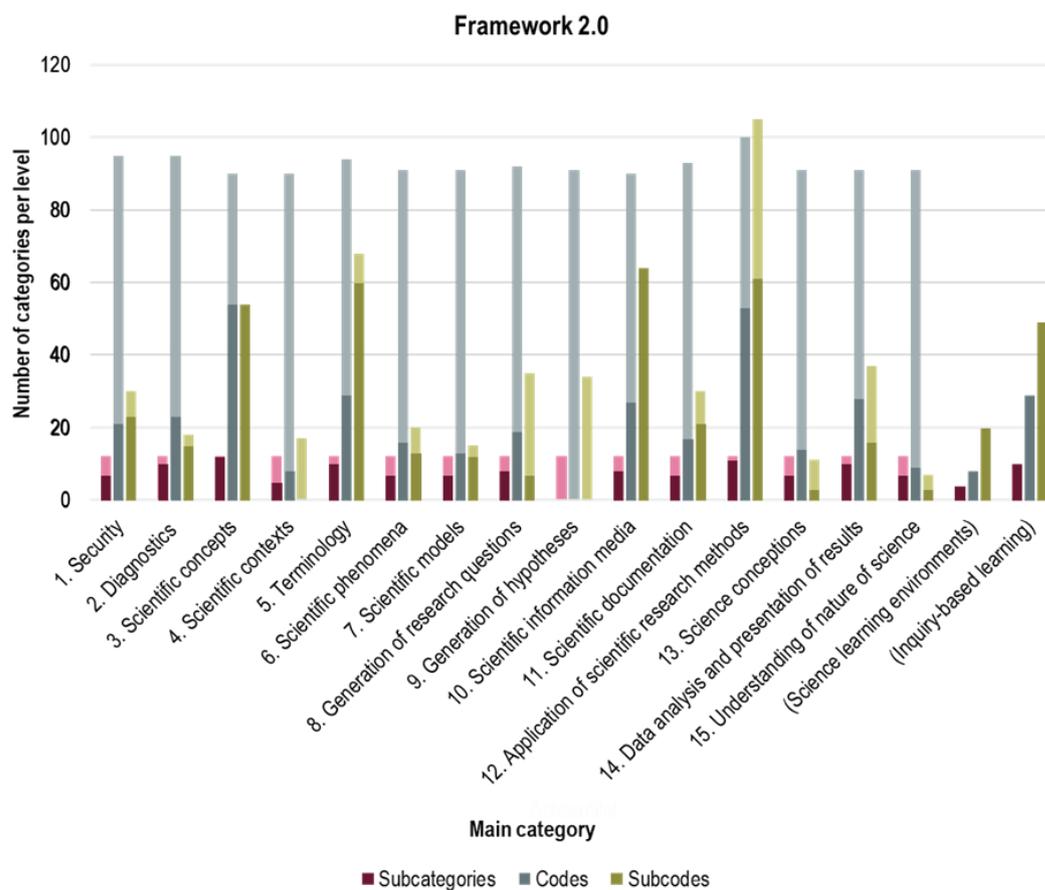


Abb. 9. Induktive Erweiterung der Kategorienebenen der Hauptkategorien des KinUs (Brauns & Abels, 2021b, S. 19) (dunkle Farben Anzahl der Kategorien KinU 1.0, helle Farben Anzahl der Kategorien KinU 2.0)

Zu der deskriptiven Darstellung der Entwicklung und Verteilung der Kategorien des KinUs bilden die Charakteristika inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts die inhaltlichen Ergebnisse ab. Diese Übersicht des KinUs 2.0 verbindet die n=15 naturwissenschaftlichen Charakteristika (Abb. 8) zunächst mit den n=11 inklusiven Zugängen der Subkategorien-Ebene (Brauns & Abels, 2021b, S. 22 f.):

- ... *materially guided*
- ... *addressing different senses*
- ... *action-oriented*
- ... *based on cognitive support*
- ... *based on linguistic support*
- ... *digitally*
- ... *communicatively*
- ... *through different degrees of openness*
- ... *at different levels of abstraction*
- ... *in a reflective way*
- ... *in a constructive learning atmosphere*

Zudem werden die inklusiven Zugänge der Subkategorien-Ebene durch die Code-Ebene spezifiziert. In der Übersicht werden diejenigen Subkategorien und Codes dargestellt, die unter allen Hauptkategorien im KinU 2.0 zu finden sind. Teilweise kommt es unter bestimmten Hauptkategorien dazu, dass weitere Codes aufgeführt sind, die nicht generalisiert werden konnten. Erst in dem KinU (Version 1.0 und 2.0) sind jeweils die komplette Darstellung der Kategorien sowie die Subcode-Ebene abgebildet.

7.1.2 Überprüfen der Güte des KinUs

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Überprüfung, inwieweit das KinU 2.0 den Gütekriterien qualitativer Forschung genügt (FF1.2), aus Brauns und Abels (2021b) (Anhang Beitrag 9) dargelegt.

Empirische Fundierung: Dadurch, dass die Kategorien des KinUs in einem systematischen Review aus der Literatur abgeleitet wurden, bilden sie zugleich die theoretische Grundlage als Status quo des Theorie- und Forschungsstands zum inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts bis 2019 ab.

Reproduzierbarkeit: Zunächst wurde die Literatursuche und -selektion systematisch nach Fink (2009) durchgeführt und die Ableitung der Kategorien aus der Literatur fand ebenfalls systematisch nach Kuckartz (2018) statt. Die Entwicklung des KinUs wurde in einer Validierung durch Datentriangulation umgesetzt. Alle Schritte wurden transparent beschrieben und open access in Brauns und Abels (2020, 2021b) publiziert.

Reliabilität: Alle Kodierungen wurden jeweils von der forschenden Person sowie einer weiteren geschulten Person kodiert sowie in einer argumentativen Validierung (Döring & Bortz, 2016) überprüft.

Kohärenz und Limitationen: Die Disjunktheit der Kategorien wurde durch Validierung mittels Datentriangulation erlangt (Flick, 2010). Die Limitationen des KinUs wurden in Brauns und Abels (2020, 2021b) jeweils dargelegt.

Übertragbarkeit: Durch den Validierungsprozess wurde bestätigt, dass das KinU auf unterschiedliche Daten (Unterrichtsvideografien, transkribierte Audiografien von Unterrichtsreflexionen) anwendbar ist. Zudem ist es für unterschiedliche Zwecke (als Forschungsinstrument, als Handreichung für Reflexionen und Unterrichtsplanung) einsetzbar. Ebenfalls bietet es das Potential für andere Fächer im Kontext des inklusiven Fachunterrichts adaptiert zu werden.

7.2 Fokus 2. Professionelle Handlungskompetenz

Die Ergebnisse zur professionellen Handlungskompetenz der Lehramtsstudierenden bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts werden im Folgenden zusammengefasst. Detaillierte Beschreibungen finden sich in Brauns und Abels (eingereicht) (Beitrag 7).

7.2.1 Implementierung inklusiv naturwissenschaftlicher Charakteristika im Unterricht

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse bzgl. der FF2.1, welche inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika die Lehramtsstudierenden bei der Implementierung in ihrem Unterricht zeigen, zusammengefasst.

Die Lehramtsstudierenden haben hauptsächlich Zugänge zu der Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden (Kat. 13), der Datenauswertung und Ergebnisdarstellung (Kat. 15) sowie des Aufstellens von Hypothesen und naturwissenschaftlichen Fragestellungen (Kat. 10) gestaltet (Abb. 10) (Brauns & Abels, eingereicht).

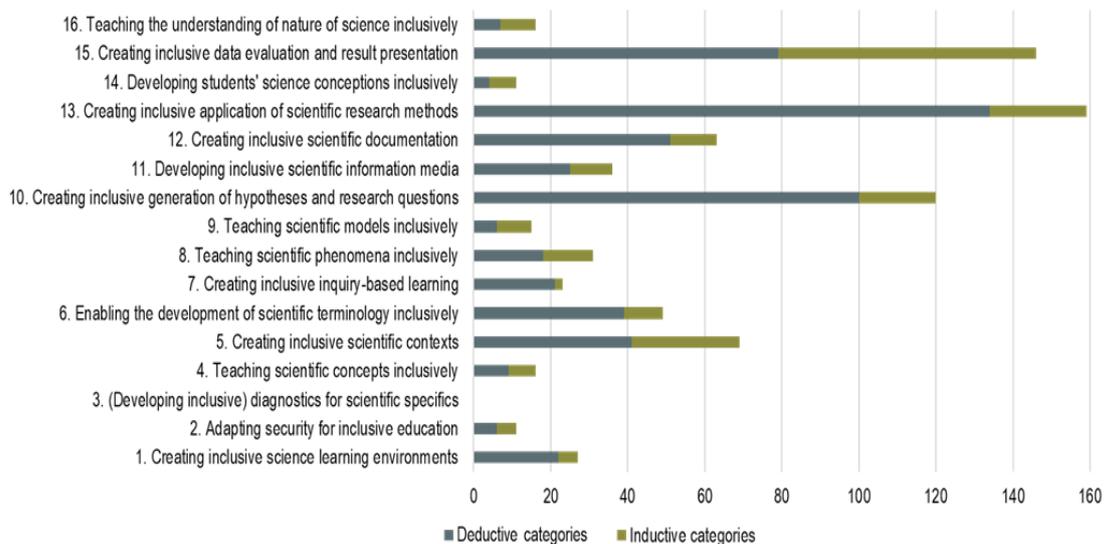


Abb. 10. Verteilung der kodierten Kategorien in den Unterrichtsvideos

Insgesamt zeigt sich, dass die Lehramtsstudierenden zwar unterschiedliche Zugänge zu den naturwissenschaftlichen Charakteristika in ihren Unterricht implementiert haben, diese sich aber vorrangig nur bis zur Subkategorien-Ebene ziehen. Dies zeigt sich darin, dass die Lehramtsstudierenden für die Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden beispielsweise materialgeleitete und kommunikative Zugänge sowie Zugänge über Offenheitsgrade gestaltet haben. Innerhalb dieser Ebene wurden die Zugänge allerdings nicht weiter differenziert. Beispielsweise wurde das Experimentieren für alle vom Offenheitsgrad her geschlossen gestaltet.

7.2.2 Entwicklung der professionellen Handlungskompetenz

Die Entwicklung der professionellen Handlungskompetenz der Lehramtsstudierenden FF2.2 bezieht sich auf die Ergebnisse, welche inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika die Lehramtsstudierenden in dem ersten und zweiten Unterrichtsvideo im Vergleich implementiert haben.

Von dem ersten zum zweiten Unterrichtsvideo haben die Lehramtsstudierenden zu den naturwissenschaftlichen Charakteristika im Wesentlichen die gleichen kommunikativen Zugänge gestaltet, jeweils den gleichen Offenheitsgrad gewählt und es gab nur wenig alternative handlungsbasierte Zugänge (Brauns & Abels, eingereicht).

Eine Entwicklung fand dennoch in dem Sinne statt, als dass die Studierenden in der zweiten Unterrichtsstunde problem- bzw. phänomenbasierte Zugänge zu den naturwissenschaftlichen Charakteristika gestaltet haben. Zudem sind die Studierenden mehr in den Dialog mit den Schüler*innen getreten und die Lernbegleitung war gezielter, sodass bei der Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden mehr kommunikative Zugänge geschaffen wurden.

7.2.3 Vergleich der professionellen Handlungskompetenz der Primar- und Sekundarstufenstudierenden

Mit dem Vergleich der professionellen Handlungskompetenz der Primar- und Sekundarstufenstudierenden werden die Ergebnisse zur Beantwortung der FF2.3 in diesem Abschnitt zusammengefasst.

Bei der inklusiven Gestaltung des Aufstellens von Hypothesen und naturwissenschaftlichen Fragestellungen (Kat. 15) haben die Lehramtsstudierenden der Primarstufe im Schnitt signifikant mehr inklusive Zugänge gestaltet ($t(7)=2,57$, $p<0,05$) (Abb. 11) (Brauns & Abels, eingereicht). Zudem ist der Anteil kodierter Zugänge bei den Studierenden der Primarstufe ebenfalls in Bezug auf die Gestaltung von naturwissenschaftlichen Kontexten (Kat. 5) und der Vermittlung von Fachsprache (Kat. 6) höher als bei den Studierenden der Sekundarstufe. Die Studierenden der Sekundarstufe haben mehr Zugänge zu dem naturwissenschaftlichen Dokumentieren (Kat. 12) und der Datenauswertung und Ergebnisdarstellung (Kat. 15) gestaltet.

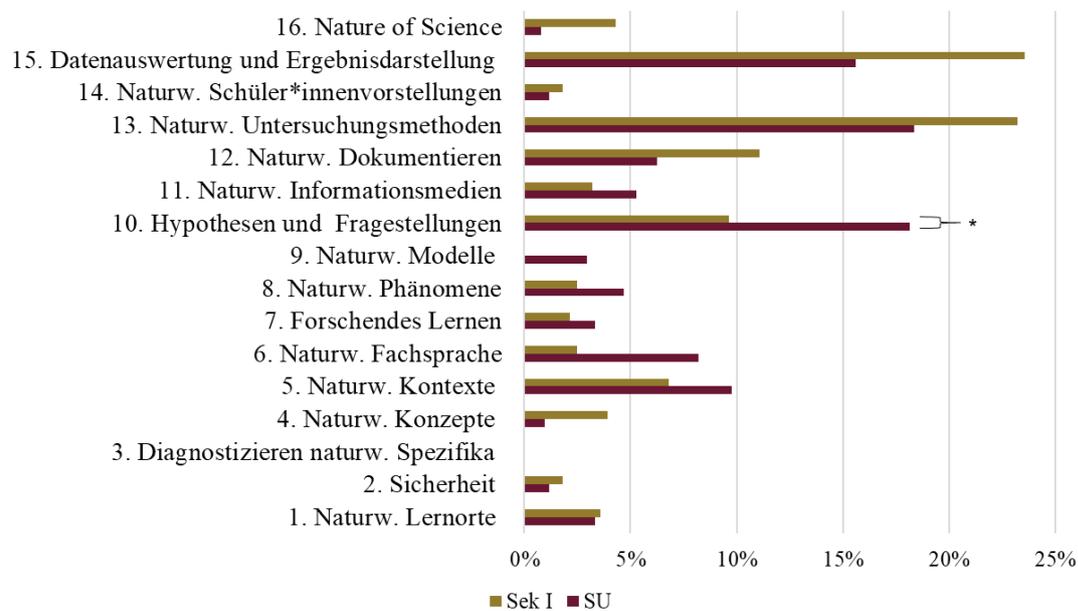


Abb. 11. Verteilung der Codeanteile der Studierenden der Primar- (=SU) und Sekundarstufe (=Sek I). Signifikante Unterschiede sind mit Sternchen gekennzeichnet ($p < .05$) (Brauns & Abels, eingereicht, n.p.).

In der Primarstufe wurden der naturwissenschaftliche Kontext und das Aufstellen von Hypothesen und naturwissenschaftlichen Fragestellungen (Kat. 10) sowie die Datenauswertung und Ergebnisdarstellung (Kat. 15) immer kommunikativ im Sitzkreis gestaltet (Brauns & Abels, eingereicht). Zudem wurde der Offenheitsgrad bei der Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden (Kat. 13) immer für alle Schüler*innen geschlossen gehalten. Insgesamt wurden immer für alle Schüler*innen die gleichen Zugänge zu den naturwissenschaftlichen Charakteristika gestaltet.

Im Gegensatz zur Primarstufe wurden in der Sekundarstufe für die Schüler*innen teilweise unterschiedliche Zugänge zu den naturwissenschaftlichen Charakteristika gestaltet (Brauns & Abels, eingereicht). Zum Beispiel haben die Schüler*innen unterschiedliche naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden angewendet, anstatt dass alle die gleichen Experimente durchführen. Zudem waren die Studierenden flexibler in der Gestaltung von Zugängen zu den naturwissenschaftlichen Charakteristika.

7.3 Fokus 3. Professionelle Wahrnehmung

Die Wahrnehmung inklusiv naturwissenschaftlicher Charakteristika unterteilt sich in die professionelle Wahrnehmung bei der Reflexion der fremd-Videovignette einer erfahrenen Lehrkraft, die mithilfe der Video-Stimulated Reflections (VSRef) erhoben wurde, und in die professionelle Wahrnehmung bei der Reflexion eigener Unterrichtsvideos, die mithilfe der Video-Stimulated Recalls (VSR) erhoben wurde.

Die Ergebnisse der VSRef sind in Brauns und Abels (in Vorb. b) (Anhang Beitrag 6) und die Ergebnisse der VSR in Brauns und Abels (in Vorb. a) (Anhang Beitrag 9) im vollen Umfang abgebildet.

Hinweis: Die VSR Daten wurden mit dem KinU 2.0 analysiert, wohingegen alle anderen Daten dieser Arbeit mit dem KinU 1.0 analysiert wurden. Deshalb können die Kategoriennummern teilweise abweichen.

7.3.1 Wahrnehmung inklusiv naturwissenschaftlicher Charakteristika

In diesem Abschnitt werden die zentralen Ergebnisse zur FF3.1, welche inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika Lehramtsstudierenden in Unterrichtsvideos wahrnehmen, dargestellt.

Zudem stellen diese Ergebnisse die Grundlage für den Vergleich der Eigen- und Fremdreflexionen, der in dem nächsten Abschnitt diskutiert wird, in den Artikeln aber noch nicht durchgeführt wurde.

Wahrnehmung inklusiv naturwissenschaftlicher Charakteristika in den VSRef

Die Lehramtsstudierenden der Primar- und Sekundarstufe haben im Wesentlichen die inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika wahrgenommen, die in der Videovignette sichtbar waren (Brauns & Abels, in Vorb. b). Am häufigsten haben die Studierenden Zugänge zum Aufstellen von Hypothesen und naturwissenschaftlichen Fragestellungen (Kat. 10) sowie zur Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden wahrgenommen (Kat. 13).

Wahrnehmung inklusiv naturwissenschaftlicher Charakteristika in den VSR

Hauptsächlich haben die Lehramtsstudierenden Zugänge zur Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden (Kat. 12), zur Datenauswertung und Ergebnisdarstellung (Kat. 14) sowie zum Aufstellen naturwissenschaftlicher Fragestellungen (Kat. 8) wahrgenommen (Abb. 12) (Brauns & Abels, in Vorb. a). Insgesamt haben die Studierenden ihre Wahrnehmung eher auf der Code-Ebene, als auf der Subcode-Ebene beschrieben. Dies zeigt, dass die Beschreibungen inklusiv naturwissenschaftlicher Charakteristika nur teilweise konkret formuliert wurden.

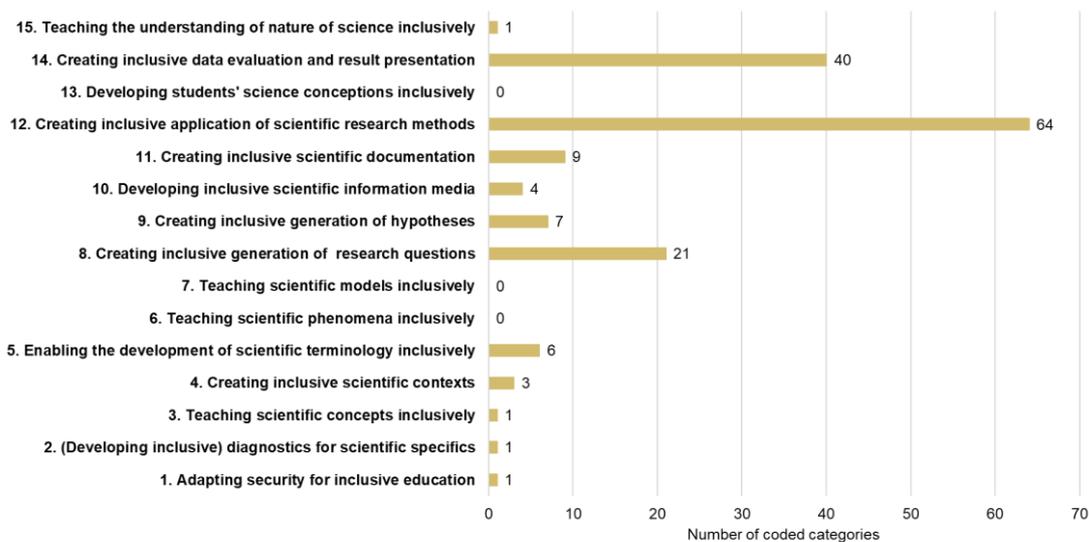


Abb. 12. Verteilung der kodierten Kategorien in den VSR (Brauns & Abels, in Vorb. a, n.p.)

Im Wesentlichen nahmen die Lehramtsstudierenden die naturwissenschaftlichen Charakteristika wahr, die in den Videoszenen gezeigt wurden. Teilweise war jedoch die Auswahl der Videoszenen in Bezug auf den inklusiv naturwissenschaftlichen Kontext nicht zielführend, weil beispielsweise keine naturwissenschaftlichen Charakteristika gezeigt wurden. Besonders bei diesen Szenen wurden vermehrt allgemeinpädagogische Aspekte beschrieben.

7.3.2 Entwicklung der professionellen Wahrnehmung

Die Ergebnisse zur Entwicklung der professionellen Wahrnehmung bezieht sich darauf, welche inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika die Lehramtsstudierenden in den VSRef von pre, über re, zu post und in den VSR von der Reflexion des ersten zum zweiten Unterrichtsvideo wahrgenommen haben (FF3.2).

Entwicklung der professionellen Wahrnehmung in den VSRef

Die Lehramtsstudierenden haben von pre zu re signifikant mehr Zugänge zu der Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden wahrgenommen ($t(22)=-2.56, p<.05$) (Brauns & Abels, in Vorb. b). Zudem haben die Studierenden in pre mehr allgemeinpädagogische Aspekte als in re und post wahrgenommen, während die wahrgenommenen Zugänge u. a. in Bezug auf das Aufstellen von Hypothesen und naturwissenschaftlichen Fragestellungen (Kat. 10) sowie zum Forschenden Lernen (Kat. 7) von pre, über re, zu post zugenommen haben. Qualitativ inhaltlich ist festzustellen, dass die Studierenden in pre ihren Fokus auf der Lehrkräftepersönlichkeit (allgemeinpädagogisch) hatten. Später in re und post haben sie zunehmend die Diversität der Klasse (inklusive-pädagogisch) sowie Charakteristika naturwissenschaftlichen Un-

terrichts (naturwissenschaftsdidaktisch) wahrgenommen. Außerdem wurden die wahrgenommenen Aspekte konkreter beschrieben und mehr Handlungsalternativen zu den wahrgenommenen inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika generiert.

Entwicklung der professionellen Wahrnehmung in den VSR

In der zweiten VSR haben die Lehramtsstudierenden mehr Aspekte wahrgenommen als in der ersten VSR (Abb. 13) (Brauns & Abels, in Vorb. a). Der Anteil inklusiv naturwissenschaftlicher Aspekte, die die Lehramtsstudierenden von der ersten zur zweiten Reflexion wahrgenommen haben, ist deutlich gestiegen. Gleichzeitig haben die Anteile der wahrgenommenen naturwissenschaftsdidaktischen und allgemeinpädagogischen Aspekte an der Gesamtzahl der Codings abgenommen.

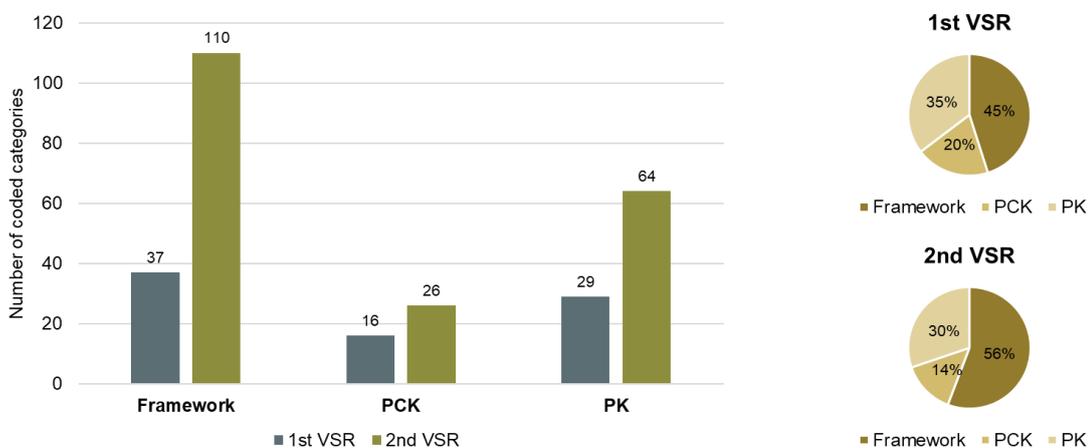


Abb. 13. Entwicklung der kodierten Kategorien nach KinU (=Framework), PCK und PK von der ersten zur zweiten VSR (Brauns & Abels, in Vorb. a, n.a.)

Das Fallbeispiel in Brauns und Abels (in Vorb. a) verdeutlicht, wie sich der Fokus von Classroom-Management-Strategien in der ersten VSR zu der Wahrnehmung inklusiv naturwissenschaftlicher Charakteristika in der zweiten VSR entwickelt hat. Zudem wurden in der zweiten VSR mehr Handlungsalternativen generiert, wobei zusätzliche Zugänge zu bereits beschriebenen naturwissenschaftlichen Charakteristika, aber auch weitere inklusiv naturwissenschaftliche Charakteristika, die nicht in der jeweiligen Szene zu beobachten waren, beschrieben wurden.

7.3.3 Vergleich der professionellen Wahrnehmung der Primar- und Sekundarstufenstudierenden

Die Darstellung der Unterschiede und Gemeinsamkeiten der Primar- und Sekundarstufenstudierenden in der Wahrnehmung inklusiv naturwissenschaftlicher Charakteristika ist die Antwort auf FF2.3 und wird in diesem Abschnitt zusammengefasst.

Der Vergleich der professionellen Wahrnehmung der Primar- und Sekundarstufenstudierenden bezieht sich auf die VSRef. Die Studierenden der Sekundarstufe haben signifikant mehr Zugänge zu der Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden (Kat. 13) ($t(34)=-2.28, p<.05$), aber auch allgemeinpädagogischer Aspekte ($t(34)=-2.12, p<.05$) wahrgenommen (Abb. 14) (Brauns & Abels, in Vorb. b). Unterschiede der Primar- und Sekundarstufenstudierenden waren deutlicher in der deskriptiven Statistik als in der qualitativen Inhaltsanalyse zu erkennen. Qualitativ inhaltlich haben die Studierenden der Primarstufe das Gestalten einer konstruktiven Lernatmosphäre zu den naturwissenschaftlichen Charakteristika wahrgenommen, während die Lehramtsstudierenden in Bezug auf naturwissenschaftliche Charakteristika das Gestalten unterschiedlicher Offenheitsgrade wahrgenommen haben.

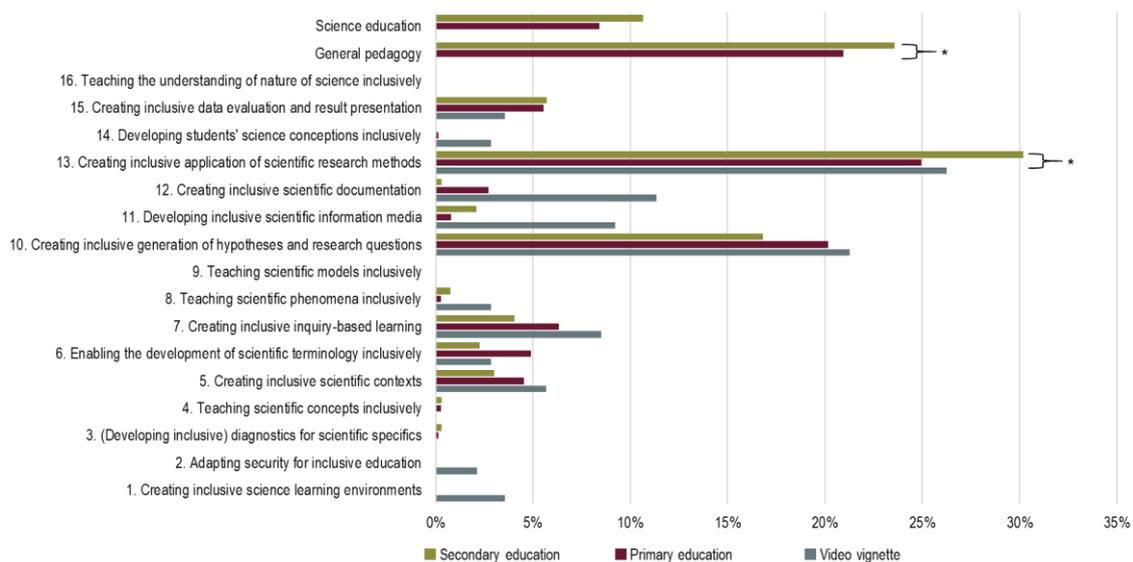


Abb. 14. Verteilung der kodierten Kategorien in den VSRef. Signifikante Unterschiede mit Sternchen markiert ($p < .05$) (Brauns & Abels, in Vorb. b, n.p.).

8. Diskussion und Limitationen

Nachdem die Ergebnisse der einzelnen Artikel dieser Arbeit zusammengefasst dargestellt wurden, werden sie in diesem Abschnitt in Bezug zu weiterer Forschung sowie zum Modell zur Professionalisierung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts (s. 3.3, Abb. 3) diskutiert. Zudem werden Limitationen der vorliegenden Arbeit erörtert.

8.1 Fokus 1. Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht

Mit der Entwicklung des Kategoriensystems inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU) wurde eine wesentliche Forschungslücke geschlossen (Brauns & Abels, 2020). Zuvor gab es Ansätze zur Darstellung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts bzw. inklusiv naturwissenschaftlichen Wissens (iPCK) (Ferreira González et al., 2021; Mester & Blumberg, 2017; Stinken-Rösner et al., 2020), aber noch keine vollumfängliche Systematisierung der inklusiven Zugänge zum naturwissenschaftlichen Unterricht. Stinken-Rösner et al. (2020) und Ferreira González et al. (2021) zeigen mit dem NinU Raster zum inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht allerdings, dass das KinU den naturwissenschaftlichen Unterricht nicht vollumfänglich abdeckt, sondern sich lediglich auf die Partizipation in Verbindung mit dem naturwissenschaftlichen Unterricht beziehen lässt. Sowohl die Anerkennung von Diversität als auch das Minimieren von Barrieren werden vom KinU nicht abgedeckt (Abb. 8).

Als Teil des inklusiv-naturwissenschaftlichen Wissens (iPCK) sollen die Charakteristika inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts das fachdidaktische Wissen (PCK) und das inklusive pädagogische Wissen (iPK) abbilden. Das PCK wird in dem KinU durch die Charakteristika naturwissenschaftlichen Unterrichts (z.B. naturwissenschaftliche Fragen und Hypothesen, Phänomene, Modelle, Untersuchungsmethoden usw.), die in den KMK (2004a, 2004b, 2004c) sowie in der fachdidaktischen Grundlagenliteratur (z.B. Gebhard et al., 2017; Krüger et al., 2018) aufgeführt werden, beschrieben. Das KinU gibt allerdings keine weiteren Hinweise zu Aspekten, die Teil des PCK sind. Dazu gehört zum Beispiel das Wissen über verschiedene Schüler*innenvorstellungen oder die Reflexion von naturwissenschaftlichen Lernprozessen und die adäquate Reaktion in kritischen Situationen (Gramzow et al., 2013; Riese & Reinhold, 2014). Vielmehr wird das PCK benötigt, um naturwissenschaftsbezogene Potentiale und Barrieren zu identifizieren (Ferreira González et al., 2021; Riegert & Musenberg, 2015) und dann angemessene Kategorien des KinUs auszuwählen sowie im Unterricht umzusetzen.

Ähnlich verhält es sich mit dem iPK in Bezug auf das KinU. Während das iPK beispielsweise das Wissen über Lernprozesse, Dispositionen, Diagnostik, Klassenführung, Strukturierung, Differenzierung, Adaption, Kooperation usw. beschreibt (Greiner et al., 2020; Melzer et al., 2017), zeigen die inklusiven Zugänge der Charakteristika inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts Möglichkeiten zur Umsetzung von Strukturierung, Differenzierung und Adaption auf. In Kombination dieser Facetten des iPK verbunden mit dem Wissen über die Charakteristika naturwissenschaftlichen Unterrichts als Facetten des PCK, beschreiben die Kategorien des KinUs Wissensfacetten des iPCK.

Das KinU nimmt allerdings der Lehrperson nicht die Aufgabe ab, selbst zu beurteilen, wann welche und wie viele unterschiedliche Zugänge eingesetzt werden, um den naturwissenschaftlichen Unterricht inklusiv zu gestalten. Durch die Individualität jeder

Lerngruppe kann das KinU keine universellen Hinweise geben, wann welche Zugänge zu den naturwissenschaftlichen Charakteristika umzusetzen sind. Dies ist weder die Intention des KinUs noch anderer Kategoriensysteme bzw. Handlungskataloge für den inklusiven Unterricht (z.B. Booth & Ainscow, 2017; CAST, 2018; Schurig et al., 2020; Soukakou, 2016). Dennoch stellt das KinU ein bedeutendes Hilfsmittel für (angehende) Lehrkräfte dar, ihre Kompetenzen inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts auszubilden. Auf Basis ihrer Analysen der naturwissenschaftlichen Unterrichtsgegenstände und der Diversität der Lerngruppe werden den Lehrkräften konkrete Handlungsmöglichkeiten gegeben, für deren Umsetzung sich die Lehrkräfte gezielt entscheiden können. Diese Handlungsmöglichkeiten werden erstmals konkret und systematisiert mit der Verbindung von dem Naturwissenschaftlichen und Inklusion dargestellt (Brauns & Abels, 2020).

Um die Verbindung von Naturwissenschaftlichem und Inklusion zu stärken, wird durch die Anwendung des KinUs auf die Daten dieser Arbeit immer wieder bestätigt, dass von dem Naturwissenschaftlichen auszugehen ist. Dies zeigt sich unter anderem in der konstanten Struktur des KinUs und auch in anderen konzeptionellen Ansätzen (z.B. Abels & Brauns, 2020; Ferreira González et al., 2021; Menthe & Hoffmann, 2015; Stinken-Rösner et al., 2020). Wird dieses Vorgehen nicht angewendet, ist in einigen Beispielen zu erkennen, dass der naturwissenschaftliche Bezug verloren geht (z.B. Adamina & Möller, 2013; Mester & Blumberg, 2017; Streller et al., 2019).

8.2 Fokus 2. Professionelle Handlungskompetenz

8.2.1 Implementierung inklusiv naturwissenschaftlicher Charakteristika im Unterricht

In Bezug auf das Modell zur Professionalisierung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts war es das Ziel (s. 3.3, Abb. 3), die professionelle Handlungskompetenz der Lehramtsstudierenden im Sinne eines inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts zu beforschen. Die Schwierigkeit bei der Erfassung der professionellen Kompetenz liegt darin, dass lediglich über die Performanz der Studierenden zugänglich ist (Zulfija et al., 2013). In dieser Arbeit wurde die Performanz der Studierenden in Unterrichtsvideos analysiert, indem untersucht wurde, welche inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika in Anlehnung an das KinU (Brauns & Abels, 2020) von den Lehramtsstudierenden im Unterricht gestaltet wurden. Anhand der identifizierten inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika wurden Rückschlüsse auf die professionelle Handlungskompetenz bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts gezogen. Dabei ist zu beachten, dass zum Beispiel in Anlehnung an Gebauer (2019) lediglich Kompetenzfacetten wie eine differenzierende Unterrichtsgestaltung bewertet werden können. Es können keinen Interpretationen in Bezug auf den Diagnoseprozess und der gezielten Gestaltung unterschiedlicher Zugänge zum naturwissenschaftlichen

Unterricht angestellt werden (Beck et al., 2008; Eckert & Liebsch, 2020), weil hierfür weitere Informationen benötigt würden (z.B. Partizipationsempfinden der Schüler*innen) (Brauns & Abels, 2021b).

Erweitern lassen sich die Kompetenzfacetten der professionellen Handlungskompetenz bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts durch das NinU Raster (s. 3.2.1.3, Abb. 2) (Ferreira González et al., 2021; Stinken-Rösner et al., 2020), weil Lehrkräfte für den inklusiven Unterricht die Diversität nutzen, Barrieren diagnostizieren und didaktische Maßnahmen zur Adaption gezielt anwenden (Greiten, 2014; Kopmann & Zeinz, 2018). Diese Komponenten beinhaltet das NinU Raster und verbindet sie mit den naturwissenschaftlichen Komponenten (Ferreira González et al., 2021; Stinken-Rösner et al., 2020). Wie bereits in dem vorherigen Abschnitt 8.1 beschrieben, lässt sich das KinU lediglich in die Zeile des Ermöglichens von Partizipation einordnen. Während das inklusiv naturwissenschaftliche Wissen (iPCK) abbildet, welche inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika es gibt, verlangt die professionelle Handlungskompetenz mehr von den Studierenden. Dabei geht es um die folgenden Kompetenzfacetten des Ermöglichens von Partizipation im naturwissenschaftlichen Unterricht:

- Damit alle Schüler*innen am naturwissenschaftlichen Unterricht partizipieren können: Gestalten unterschiedlicher inklusiver Zugänge zu den naturwissenschaftlichen Charakteristika innerhalb der Code- oder Subcode-Ebene,
- Um die Barrieren des Naturwissenschaftlichen zu minimieren: Implementieren inklusiv naturwissenschaftlicher Charakteristika
- Um die Potentiale der Schüler*innen zu fördern: Implementieren inklusiv naturwissenschaftlicher Charakteristika

In den Analysen dieser Arbeit konnte bereits die erste Kompetenzfacette erfasst werden. Hauptsächlich haben die Lehramtsstudierenden in dieser Studie eher selten unterschiedliche Zugänge zu den naturwissenschaftlichen Charakteristika auf der Code- oder Subcode-Ebene gestaltet (Brauns & Abels, eingereicht). Dies zeigt, dass es in Bezug auf die professionelle Handlungskompetenz bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts noch Entwicklungsbedarf bei den Studierenden gibt.

Zudem zeigte die Analyse der inklusiv gestalteten naturwissenschaftlichen Charakteristika, dass am häufigsten die Zugänge zur Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden (Kat. 13), zur Datenauswertung und Ergebnisdarstellung (Kat. 15) sowie zum Aufstellens von Hypothesen und naturwissenschaftlichen Fragestellungen (Kat. 10) identifiziert wurden (Brauns & Abels, eingereicht). Diese Ergebnisse decken sich mit anderen Videostudien (Börlin, 2012; Nehring et al., 2016), wobei ebenfalls die Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden den größten Anteil an Unterrichtszeit einnehmen. Folglich werden auch mehr inklusive Zugänge zu der Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden gestaltet.

Es ist ebenso anzumerken, dass die Handlungskompetenz bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts nur dann professionell ist, wenn das Handeln der Lehrkraft erfolgreich war und zur Partizipation der Schüler*innen am naturwissenschaftlichen Unterricht geführt hat. Um folglich die professionelle Handlungskompetenz von Lehrkräften zu beforschen, kann nicht nur das Handeln der Lehrkraft herangezogen werden, sondern auch weitere Daten zu den systemischen Bedingungen und der Schüler*innenperspektive sind hinzuzuziehen. Diese Darstellung macht die Beforschung der professionellen Handlungskompetenz bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts von Lehrkräften äußerst komplex.

Insgesamt beschreibt die professionelle Handlungskompetenz bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts die effektive Anwendung des iPCK, um die Forderung zu erfüllen, allen Schüler*innen Partizipation am naturwissenschaftlichen Unterricht zu ermöglichen. Während Lehrkräfte über das iPCK bereits das theoretische Wissen verfügen können, den naturwissenschaftlichen Unterricht allen Schüler*innen zugänglich zu machen, wird dieses Wissen in der Praxis durch unterschiedliche Faktoren beeinflusst. Beispielsweise müssen Lehrkräfte die Zeichen von Barrieren, die in Interaktion von den Schüler*innen mit den naturwissenschaftlichen Charakteristika bzw. dem Lerngegenstand ausgehen, erst einmal wahrnehmen und adäquat deuten, um ihr theoretisches Wissen dann auch zielgerecht einzusetzen. Zudem ist die Anwendung des iPCK von der Motivation und den Einstellungen der Lehrkraft abhängig, ob diese Inklusion umsetzen möchten. Weitere Einflussfaktoren auf die gezeigte professionelle Handlungskompetenz sind unter anderem zur Verfügung stehende Ressourcen, welche Mittel die Lehrkraft zur Verfügung hat, um Zugänge zu den naturwissenschaftlichen Charakteristika zu gestalten, sowie die Beschaffenheit und Ausstattung des Fach- bzw. Klassenraums. Die unterschiedlichen Faktoren, von denen die professionelle Handlungskompetenz von Lehrkräften beeinflusst wird, ist besonders für die Beforschung dieser Kompetenz relevant. Denn die Performanz, die in der Forschung beobachtet werden kann, stellt nur ein eingeschränktes Abbild der eigentlichen professionellen Handlungskompetenz dar.

8.2.2 Entwicklung der professionellen Handlungskompetenz

In Bezug auf die von den Lehramtsstudierenden gestalteten Zugänge gab es teilweise Stagnationen, aber in Bezug auf bestimmte Subkategorien des KinUs haben die Studierenden mehr Zugänge zu den naturwissenschaftlichen Charakteristika gestaltet (Brauns & Abels, eingereicht). Dadurch war zu beobachten, dass sich die professionelle Handlungskompetenz der Studierenden bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts weiterentwickelt haben, wenngleich trotzdem noch Entwicklungsbedarf vorhanden ist. Ähnlich zeigt Franz (2019), dass sich die adaptive Handlungskompetenz von Lehramtsstudierenden während des gesamten Studiums entwickelt. Bei Schlüter (2018) gab es allerdings einen Entwicklungsbedarf der Lehramtsstudierenden

in der Umsetzung des Universal Designs for Learning (UDL) im naturwissenschaftlichen Unterricht. Dass während der Praxisphase eine geringere Entwicklung der professionellen Handlungskompetenz vorliegt als bei einer längeren Praxisbegleitung, wie beispielsweise in König et al. (2020), bestätigt die Befunde dieser Arbeit und war zu erwarten.

Vom ersten zum zweiten Unterrichtsvideo haben sich die Lehramtsstudierenden in ihrer professionellen Handlungskompetenz inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts weiterentwickelt (Brauns & Abels, in Vorb. a). Zwischen den beiden Zeitpunkten der Unterrichtsvideos fanden die Video-Stimulated Recalls (VSR) statt. Der Effekt der VSR auf die Entwicklung der professionellen Handlungskompetenz wurde in dieser Arbeit nicht untersucht (z.B. durch Kontrollgruppendesigns). Allerdings gibt es in der Literatur Hinweise darauf, dass diese Faktoren ebenfalls die Kompetenzentwicklung der Studierenden beeinflussen. Consuegra et al. (2016) sowie Geiger et al. (2016) zeigen, dass video-stimulierte Reflexionen einen positiven Einfluss auf die Unterrichtspraxis haben. Als die Studierenden ihre Reflexionen des eigenen Unterrichts im Projektband präsentiert haben, haben sie ebenfalls Feedback von ihren Kommiliton*innen und der Seminarleitung bekommen. Zudem hat die Praxisphase positive Effekte auf die Entwicklung der professionellen Handlungskompetenz, wie zahlreiche Studien, die in dem Review von Ulrich et al. (2020) zusammengefasst sind, bestätigen. Die Praxiserfahrungen und das (Peer-)Feedback können ebenfalls einen positiven Einfluss auf die Praxis der Studierenden gehabt haben (Gröschner et al., 2018).

8.2.3 Vergleich der professionellen Handlungskompetenz der Primar- und Sekundarstufenstudierenden

In dieser Studie wurden bzgl. der professionellen Handlungskompetenz inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts jeweils Unterschiede zwischen den Studierenden der unterschiedlichen Schulstufen in Hinblick auf ihre professionelle Handlungskompetenz nachgewiesen (Brauns & Abels, eingereicht). Die unterschiedlichen Schwerpunktsetzungen auf der Hauptkategorien-Ebene scheinen zum einen von der Natur des naturwissenschaftlichen Primar- und Sekundarstufenunterrichts abhängig, zum anderen aufgrund der Zielsetzung der jeweiligen Unterrichtsstunden entstanden zu sein. Während in der Primarstufe der Fokus der Handlungen auf der Einstiegsphase in den Unterricht lag, war der Fokus in der Sekundarstufe auf der Erarbeitungs- sowie Auswertungsphase. Diese Schwerpunktsetzung spiegelt sich in Nehring et al. (2016) oder Börlin (2012) wieder, dass diese Verteilung typisch für den Naturwissenschaftsunterricht ist. Weitere Unterschiede ergeben sich aus der zunehmenden Fachlichkeit von der Primar- zur Sekundarstufe, die bereits in (Brauns & Abels, eingereicht) diskutiert wurden.

Wie bereits in Abschnitt 8.2.1 dargestellt wurde, wurde die professionelle Handlungskompetenz bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts durch die Gestaltung unterschiedlicher inklusiv naturwissenschaftlicher Charakteristika der Code- oder Subcode-Ebene des KinUs definiert. Durch die Ergebnisse der Videoanalysen zeigt sich jedoch, dass die Lehramtsstudierenden der Primarstufe meist für alle Schüler*innen die gleichen Zugänge gestaltet haben, während in der Sekundarstufe teilweise unterschiedliche Zugänge der Code-Ebene gestaltet wurden (Brauns & Abels, eingereicht). Dieses Ergebnis lässt zunächst darauf schließen, dass die professionelle Handlungskompetenz der Lehramtsstudierenden der Sekundarstufe weiter ausgeprägt war, als die der Lehramtsstudierenden der Primarstufe. Daher sind die Ergebnisse dieser Studie im Widerspruch zu Studien von beispielsweise Franz (2019) oder Schwab et al. (2019), bei denen die adaptive Kompetenz bei Studierenden der Primarstufe höher als bei Studierenden der Sekundarstufe war.

Der in dieser Arbeit identifizierte Unterschied kann allerdings auch dadurch resultieren, dass in der Primarstufe der naturwissenschaftliche Unterricht geschlossen und in der Sekundarstufe zum Teil offener bzw. teilweise für die Schüler*innen auf unterschiedlichen Offenheitsgraden gestaltet war (Brauns & Abels, eingereicht). Die geschlossene bzw. offene Gestaltung wurde durch die Lehramtsstudierenden dadurch umgesetzt, dass sie ihren Unterricht nach dem Forschenden Lernen (Bybee et al., 2006) durchgeführt haben. Das Forschende Lernen kann durch unterschiedliche Levels mehr oder weniger stark von der Lehrkraft strukturiert oder geleitet sein (Blanchard et al., 2010), was ebenfalls eine Möglichkeit ist, naturwissenschaftlichen Unterricht inklusiv zu gestalten (Abels et al., 2020). Während bei der geschlossenen Gestaltung in der Primarstufe nicht nur nach dem Forschenden Lernen die Forschungsfrage, Untersuchungsmethoden und meist auch die Datenauswertung vorgegeben war (Level 0 oder Level 1 des Forschenden Lernens (Blanchard et al., 2010)), gab es auch wenig Variation in der Auswahl der Zugänge zu den naturwissenschaftlichen Charakteristika (Brauns & Abels, eingereicht). Dahingegen wurden in der Sekundarstufe unterschiedliche Zugänge zu den naturwissenschaftlichen Charakteristika vor allem dann ermöglicht, wenn Fragestellung, Untersuchungsmethoden und Datenauswertung offener bzw. für die Schüler*innen auf unterschiedlichen Levels gestaltet waren (Level 2 oder Level 3 des Forschenden Lernens (Blanchard et al., 2010)) (Brauns & Abels, eingereicht).

8.3 Fokus 3. Professionelle Wahrnehmung

Abschließend werden die verschiedenen Fokusse zur Analyse der professionellen Wahrnehmung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts diskutiert, wobei der Vergleich der VSR und VSRef als Eigen- und Fremdrelexionen betrachtet wird. Dieser Vergleich wurde bisher nicht in den bereits publizierten Artikeln diskutiert.

8.3.1 Wahrnehmung inklusiv naturwissenschaftlicher Charakteristika

Nach dem Modell zur Profession inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts kann die professionelle Wahrnehmung nicht direkt, sondern nur über die Performanz der Lehramtsstudierenden erfasst werden (4.2) (Calderhead, 1981). In Anlehnung an Blömeke et al. (2015b) wurden über die Beschreibung, Interpretation und Generierung von Handlungsalternativen in video-stimulierten Reflexionen (VSRef und VSR) Rückschlüsse auf die professionelle Kompetenz der Lehramtsstudierenden gezogen. Ähnlich wie bei der professionellen Handlungskompetenz kann die professionelle Wahrnehmung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts erst durch diese Arbeit genauer definiert. Nach van Es und Sherin (2002) gehören zu der allgemeinen professionellen Wahrnehmung die Kompetenzfacetten, die relevanten Aspekte in Unterrichtssituationen zu identifizieren, Verbindungen zu übergeordneten Konzepten herzustellen sowie die Unterrichtsinteraktionen zu interpretieren und zu begründen. Für die professionelle Wahrnehmung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts werden diese Kompetenzfacetten folgendermaßen erweitert:

- Identifizieren der Charakteristika inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts.
- Verknüpfen der identifizierten Charakteristika inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts mit übergeordneten Konzepten des inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts.
- Interpretieren und begründen, warum die naturwissenschaftlichen Charakteristika inklusiv oder exklusiv sind.
- Generieren alternativer inklusiv naturwissenschaftliche Charakteristika.

In dieser Arbeit wurden die erste sowie die letzte Kompetenzfacette analysiert, wobei mit dem KinU die Charakteristika inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts kodiert wurden, die die Studierenden in ihren Äußerungen, Performanz, beschrieben haben. Zur Analyse der beiden weiteren Kompetenzfacetten sei verwiesen auf Egger und Abels (2022).

Am häufigsten haben die Lehramtsstudierenden in den VSRef Zugänge zu der Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden (Kat. 13), dem Aufstellen von Hypothesen und naturwissenschaftlichen Fragestellungen (Kat. 10) sowie zur Datenauswertung und Ergebnisdarstellung (Kat. 15) wahrgenommen (Brauns & Abels, in Vorb. b). Dieses Ergebnis ist trivial, da diese Charakteristika des naturwissenschaftlichen Unterrichts auch den meisten Raum im naturwissenschaftlichen Unterricht einnehmen (Börlin, 2012; Nehring et al., 2016). Je größer der Anteil dieser Elemente am Unterrichtsvideo ist, desto mehr Gelegenheiten werden auch zur Reflexion geboten.

Im Wesentlichen haben die Lehramtsstudierenden diejenigen inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika identifiziert, die auch in den Videos gezeigt wurden (Brauns & Abels, in Vorb. a, in Vorb. b). Während bei der Videovignette in den VSRef Szenen mit einer hohen Dichte an inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika zusammengeschnitten wurden, war in den VSR die Herausforderung für die Studierenden, Szenen auszuwählen, die inklusiv naturwissenschaftliche Charakteristika abgebildet haben. Aus diesem Grund konnte es sein, dass Studierende anstatt inklusiv naturwissenschaftlicher Aspekte lediglich allgemeinpädagogische Aspekte beschrieben haben, wenn keine inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika gezeigt wurden (Brauns & Abels, in Vorb. a). Generell gab es allerdings sowohl in den VSR als auch in den VSRef teilweise hohe Anteile beschriebener allgemeinpädagogischer Aspekte im Vergleich zu inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika. Dass eher allgemeine Aspekte als fachdidaktische oder als inklusiv naturwissenschaftliche Aspekte reflektiert bzw. wahrgenommen werden, ist ein Phänomen, welches sich auch in anderen Studien zeigt (Abels, 2019b; Blömeke et al., 2015b; Gibson & Ross, 2016; Sellin et al., 2020; Star & Strickland, 2008).

Des Weiteren haben die Lehramtsstudierenden die inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika meist auch der Code-Ebene des KinUs formuliert (Brauns & Abels, in Vorb. a, in Vorb. b). Dies zeigt, dass in Hinblick auf die konkrete Darstellung der wahrgenommenen Aspekte Entwicklungspotential herrscht, wobei die Studierenden die inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika durch Äußerungen auf der Subcode-Ebene konkreter beschreiben können (Brauns & Abels, 2020). Ähnlich oberflächlich gestaltet sich die Wahrnehmung bei Noviz*innen im Vergleich zu erfahrenen Lehrkräften und Reflektierenden (Berliner, 2001; Gibson & Ross, 2016; Meschede et al., 2017). Eine Möglichkeit, um die professionelle Wahrnehmung von Lehramtsstudierenden als Noviz*innen zu fördern und zu fokussieren, ist ihnen Orientierungshilfen zu geben (Blomberg et al., 2014; Haverly et al., 2020). Aus diesem Grund wäre eine engere Begleitung der Studierenden mithilfe des KinUs sicherlich förderlich gewesen.

8.3.2 Entwicklung der professionellen Wahrnehmung

Sowohl in den VSR als auch in den VSRef haben die Lehramtsstudierenden zunehmend mehr inklusiv naturwissenschaftliche Aspekte wahrgenommen (Brauns & Abels, in Vorb. a, in Vorb. b). Gleichzeitig hat die Wahrnehmung allgemeinpädagogischer Aspekte abgenommen, die Beschreibungen der wahrgenommenen inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika wurden konkreter und die Studierenden haben mehr Handlungsalternativen generiert (Quelle/Verweis). Alle Ergebnisse zeigen, dass sich die Lehramtsstudierenden in der professionellen Wahrnehmung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts weiterentwickelt haben. Förderlich für die Entwick-

lung der professionellen Wahrnehmung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts können die in dem Nawi-In Projekt implementierten video-basierten Ansätze, wie z.B. Roth et al. (2017) und Santagata und Guarino (2011) in ihren Studien positive Effekte nachweisen. Zwischen der ersten und zweiten VSRef haben die Lehramtsstudierenden im Projektband Unterrichtsausschnitte erfahrener Lehrkräfte reflektiert (Brauns et al., 2020). Dabei fand eine gezielte Förderung der professionellen Wahrnehmung statt, wodurch die Entwicklung der professionellen Kompetenzen offensichtlich begünstigt wurde (Star & Strickland, 2008; Stürmer et al., 2013). Zudem wirken sich die Erfahrungen, die die Lehramtsstudierenden während der Praxisphase machen, ebenfalls positiv auf die Entwicklung der professionellen Wahrnehmung aus (Schlag & Glock, 2019). Die Wechselwirkungen zwischen professioneller Wahrnehmung und Reflexions- bzw. Unterrichtspraxis zeigen beispielsweise Meschede et al. (2017) oder Cheetham und Chivers (1996), sind aber auch in dem Modell zur Profession inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts dargestellt (s. 3.3, Abb. 3). Insgesamt können jedoch die Effekte der videobasierten Ansätze sowie der Praxisphase nicht überprüft werden, weil für diese Studie kein Kontrollgruppendesign vorlag.

8.3.3 Vergleich der professionellen Wahrnehmung der Primar- und Sekundarstufenstudierenden

Der Vergleich der professionellen Wahrnehmung von Studierenden der Primar- und Sekundarstufe bezieht sich aufgrund der Datenlage lediglich auf die VSRef. Nach Goodwin (1994) unterscheidet sich die professionelle Wahrnehmung zwischen verschiedenen Domänen, weil diese jeweils andere Aspekte als relevant betrachten und somit unterschiedliche relevante Aspekte wahrgenommen werden. In dieser Studie können zwar die Studierenden der Primar- und Sekundarstufe zu unterschiedlichen Domänen zugeordnet werden, wengleich alle naturwissenschaftlichen Unterricht lehren, da sich fachlich unterschiedliche Schwerpunkte setzen lassen. Dahingegen wurden alle Studierenden mit den gleichen Konzepten des inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts auf die video-stimulierten Reflexionen vorbereitet. Aus dem Projektfokus heraus, wurde allen Studierenden vorgegeben, dass die als relevant wahrzunehmenden Aspekte sich auf den inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht beziehen sollen. Dennoch zeigt sich anhand der deskriptiven Statistik Unterschiede in der Wahrnehmung von Zugängen zur Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden sowie allgemeinpädagogischer Aspekte (Brauns & Abels, in Vorb. a, in Vorb. b). Ersteres Ergebnis lässt sich dadurch erklären, dass in der Sekundarstufe Experimentierphasen einen bedeutenden Anteil des Naturwissenschaftsunterrichts einnehmen (Nehring et al., 2016). Zweites Ergebnis ist allerdings kontrovers zu der Annahme einer zunehmenden Fachlichkeit von der Primar- zur Sekundarstufe. Warum die Sekundarstufenstudierenden signifikant mehr allgemeinpädagogische Aspekte

wahrgenommen haben anstatt ihren Fokus im Gegensatz zur Primarstufe mehr auf naturwissenschaftliche oder inklusiv naturwissenschaftliche Aspekte zu legen, ist an dieser Stelle nicht erklärbar.

8.3.4 Vergleich der professionellen Wahrnehmung in Eigen- und Fremdrelexionen

Im Vergleich der VSR und VSRef war bei den Lehramtsstudierenden jeweils bei beiden Reflexionen eine Kompetenzentwicklung zu verzeichnen, wobei die Lehrkräfte zunehmend inklusiv naturwissenschaftliche Charakteristika wahrgenommen haben, die Beschreibung allgemeinpädagogischer Aspekte abgenommen sowie die Formulierung von Handlungsalternativen zugenommen hat (Brauns & Abels, in Vorb. a, in Vorb. b). Ebenfalls haben sich die Reflexionen unter den Studierenden innerhalb der VSR und VSRef stark voneinander unterschieden, was die Individualität der Wahrnehmung verdeutlicht (Hoth et al., 2018). Dabei waren die Reflexionen in den VSR aber auch davon abhängig, welche Szenen die Studierenden sich ausgesucht haben. Nach Seidel et al. (2011) können Lehrkräfte sich mit den eigenen Aktionen in Unterrichtsvideos besser identifizieren und fühlen sich in die Unterrichtsstunde zurückversetzt. Dies ist ebenfalls ein Ziel der Durchführung von VSR, wobei die Erinnerungen aus der Unterrichtsstunde hervorgerufen werden sollen (Calderhead, 1981; Consuegra et al., 2016; Muir, 2010). Zudem soll die Reflexion eigener Videos besonders motivieren, die professionellen Kompetenzen zu entwickeln (Terhart, 2011). In Hinblick auf die Wahrnehmung inklusiv naturwissenschaftlicher Charakteristika gab es allerdings keine Hinweise darauf, dass den Lehramtsstudierenden dies in den VSR besser gelungen ist als in den VSRef (Brauns & Abels, in Vorb. a, in Vorb. b). Es ist anzunehmen, dass durch die Reflexion eigener Unterrichtsvideos Kompetenzfacetten wie die Interpretation und Begründung des wahrgenommenen Unterrichtshandelns verbessert werden (van Es & Sherin, 2002), weil Lehrkräfte durch die Videos zurückerinnert werden, warum sie in einer bestimmten Situation ein bestimmtes Verhalten gezeigt haben. Jedoch waren diese Art von Kompetenzfacetten nicht Teil dieser Arbeit. Interessant kann daher sein, die Ergebnisse von Egger und Abels (2022) diesbezüglich hinzuzuziehen.

Dennoch konnten in dem Generieren von alternativen inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika tendenziell Unterschiede zwischen den VSR beobachtet werden. Zwar reflektieren die Lehrkräfte bei Seidel et al. (2011) eigenen Unterricht weniger kritisch als fremden Unterricht, wobei sie weniger Konsequenzen und Handlungsalternativen aufzeigen, aber diese Schlussfolgerungen konnten in dieser Arbeit nicht geteilt werden. Bei den VSR haben die Lehramtsstudierenden kritischer und mehr Handlungsalternativen generiert, als bei den VSRef (Brauns & Abels, in Vorb. b). Dieser Unterschied kann allerdings auch damit begründet werden, dass die Studierenden in den VSRef ein sogenanntes good practice Beispiel von inklusivem naturwissenschaft-

lichen Unterricht reflektiert haben (Brauns & Abels, 2021b). Aus diesem Grund wurden den Studierenden in ihrem eigenen Unterrichtsvideos auch mehr Möglichkeiten geboten, Handlungsalternativen zu generieren, als bei der Videovignette (Brauns & Abels, 2021b).

Insgesamt bleibt offen, ob sich die VSR oder VSRef besser zur Entwicklung der professionellen Wahrnehmung geeignet haben, weil zum einen die VSR und VSRef im Forschungsdesign eng beieinanderlagen und keine Kontrollgruppen, kleine Stichproben und Studierende an unterschiedlichen Schulen mit verschiedenen Erfahrungen zum Vergleich herangezogen wurden. Beisiegel et al. (2018) lassen allerdings darauf hindeuten, dass sich die VSR besser zur Entwicklung der professionellen Wahrnehmung bzw. professionellen Kompetenzen eignen als die VSRef.

9. Methodenreflexion

Die Methodenreflexion bezieht sich auf die drei Fokusse dieser Arbeit, wobei die Entwicklung und Anwendung des KinUs, die Videografie sowie die VSR und VSRef diskutiert werden.

9.1 Fokus 1. Entwicklung und Anwendung des KinUs

Bei der Ableitung der Kategorien des KinUs wurde das induktive Vorgehen der qualitativen Forschung genutzt (Kuckartz, 2018), weil es zuvor noch kein Kategoriensystem gab, welches die inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika abgebildet hat. Zudem ist die qualitative Inhaltsanalyse ein anerkanntes Verfahren der qualitativen Forschung (Kuckartz, 2018; Mayring, 2015). Die qualitative Inhaltsanalyse der Literatur zum inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht war jedoch abhängig von der Stichprobe, die durch das systematische Literatur Review (SLR) identifiziert wurde und durch die Auswahl der Suchbegriffe bedingt war. Da Suchbegriffe wie „Diversität“ nicht berücksichtigt wurden, weil zu dem Zeitpunkt Begriffe wie „Heterogenität“ verwendet wurden, ist davon auszugehen, dass die identifizierte Stichprobe nicht alle relevanten Arbeiten umfasst (Brauns & Abels, 2020).

Dass sich der Validierungsprozess entlang der Daten aus dem Projekt bewiesen hat, zeigen die umfangreichen Darstellungen in Brauns und Abels (2021b). Diese zeigen, dass die Qualität des KinUs und dessen Sättigung zugenommen haben sowie die Struktur vereinfacht wurde. Zudem ist das KinU als Prozess zu verstehen, in dem es sich fortlaufend weiterentwickelt.

Grundsätzlich bietet sich die Analyse unterschiedlicher Daten (z.B. Unterrichtsvideos und transkribierte Unterrichtsreflexionen) mit dem KinU an. Dennoch benötigt die Anwendung des KinUs eine besondere Schulung wegen der Umfänglichkeit der Kategorien (Brauns & Abels, 2020, 2021b). Das Feedback der begleiteten Studierenden hat jedoch bestätigt, dass mit der Schulung das KinU eine wichtige Handreichung sein kann, um inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht gestalten, reflektieren und analysieren zu können (Brauns & Abels, 2021b).

9.2 Fokus 2. Videografie

Die Studierenden, die am Projektband teilgenommen haben, haben zur Videografie ihres Unterrichts eine Kamera, die permanent auf sie gerichtet war, sowie ein Ansteckmikrofon verwendet. Dadurch, dass nur eine Kamera verwendet wurde, wurde immer nur ein bestimmter Ausschnitt aus dem Klassenraum aufgezeichnet. Damit die Perspektive bei der späteren Betrachtung der Unterrichtssituationen nicht verfälscht wird,

bietet es sich dahingegen an, mindestens zwei Kameras zu verwenden (Brückmann & Duit, 2014). Aus diesem Grund wurden bei den weiteren Kohorten im Nawi-In Projekt zwei Kameras verwendet. Die Ansteckmikrophone, die auch von Brückmann und Duit (2014) empfohlen werden, um das zu verstehen, was die Lehrkräfte jeweils sagen, waren in den Videoanalysen von Vorteil. Dennoch gab es Unterrichtsvideos, die nicht analysierbar waren, wenn die Ansteckmikrophone keine Tonspur aufgenommen haben.

Insgesamt waren die Unterrichtsvideografien von Vorteil, um die professionelle Handlungskompetenz inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts zu analysieren, weil die Unterrichtsszenen gestoppt sowie wiederholt angesehen werden konnten (Tuma et al., 2013). Dabei konnte Szene für Szene das Video durchgegangen werden und entlang der Charakteristika inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts des KinUs kodiert werden.

9.3 Fokus 3. Video-stimulierte Reflexionen

Zunächst ist die Qualität der professionellen Wahrnehmung, die bei video-stimulierten Reflexionen gezeigt wird, abhängig von der Vorbereitung auf die Reflexionen (Calderhead, 1981). Aus diesem Grund schien es förderlich, dass sie Studierenden Reflexionen im Projektband üben konnten (Brauns et al., 2020). Dennoch fand die theoretische Vorbereitung auf die Reflexionen durch Konzepte und Definitionen aus der inklusiv naturwissenschaftlichen Forschung statt, die vor dem KinU die Verbindung aus naturwissenschaftlichen Charakteristika und der inklusiven Umsetzung konkret abgebildet haben (Brauns & Abels, 2020). Deshalb ist anzunehmen, dass die Lehramtsstudierenden nicht tiefgründig auf die Wahrnehmung inklusiv naturwissenschaftlicher Aspekte vorbereitet wurden. Sie kannten nicht die inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika, die ihnen erst später während der Praxisphase sowie in vorläufiger Form zur Verfügung gestellt wurden. Daher wurden die Studierenden nicht direkt auf die inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika fokussiert, die allerdings später in ihren Reflexionen analysiert wurden. Stürmer et al. (2013) betonen hingegen die Bedeutsamkeit von Fokussierung und Zielklarheit. Später in Kohorte 2 und Kohorte 3 wurde das Vorgehen geändert, wobei die Lehramtsstudierenden das KinU als Handreichung zur Schulung der professionellen Wahrnehmung verwenden konnten.

Nicht nur zur Vorbereitung, sondern auch zur Reflexion an sich fehlte den Studierenden das KinU zur Strukturierung der VSRef. Bei den VSR war das KinU bereits vorhanden und die Studierenden sollten dieses auch zur Reflexion nutzen. Dennoch zeigen die VSR, dass die Studierenden sich nur in seltenen Fällen auf das KinU bezogen haben. Erfahrungsgemäß fand dieser Bezug häufiger in der zweiten und dritten Kohorte statt, wobei die Begleitung der Studierenden mit dem KinU und dem NinU Ras-

ter (Stinken-Rösner et al., 2020) enger durchgeführt wurde. Dennoch wurde als Strukturierung der Dreischritt aus *beschreiben*, *interpretieren* und *Handlungsalternativen generieren* gewählt, der in der aktuellen Forschung etabliert ist (Stürmer et al., 2013; van Es & Sherin, 2002). Um den Fokus auf den inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht noch mehr zu verdeutlichen, wäre es besser gewesen, dies in den Aufgaben des Dreischritts noch einmal zu betonen (z.B. „Beschreiben Sie, was das Naturwissenschaftliche an dieser Szene ist und welche inklusiven Zugänge die Lehrkraft zu dem Naturwissenschaftlichen gestaltet hat“).

Zudem bieten sich Unterrichtsvideos für Reflexionen normalerweise besonders dadurch an, dass gestoppt werden und Szenen wiederholt angeschaut werden können, was das Ausformulieren tiefgründiger Antworten fördert, anstatt dass Reflektierende spontan Antworten geben (Malva et al., 2021). Bei der ersten Kohorte haben die Lehramtsstudierenden die Videovignette bei den VSRef nicht stoppen können, wohingegen sie sich ihre eigenen Unterrichtsvideos vermehrt anschauen konnten. Deshalb wurde das Potential video-basierter Ansätze in den VSRef nicht komplett genutzt. Auch dieses Vorgehen wurde für die zweite und dritte Kohorte dahingehend überarbeitet, dass die Studierenden die zu reflektierenden Szenen sich erneut anschauen und an relevanten Stellen stoppen durften.

10. Fazit

Inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht ist durch das KinU konkret definierbar. Um bei der Darstellung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts nicht ins Allgemeinpädagogische abzuweichen, ist es unumgänglich, von dem Naturwissenschaftlichen auszugehen (Brauns & Abels, 2021b). Für die Fachdidaktiken ist es legitim und sogar notwendig, allgemein inklusive Konzepte auf die jeweilige Fachdomäne zu modifizieren und zu erweitern. Mit der Erstellung des KinUs ist die vollumfängliche Darstellung der Verbindung von Naturwissenschaftlichem und Inklusion erstmals gelungen.

Mithilfe der Anforderungen an Lehrkräfte an den naturwissenschaftlichen Unterricht der Inklusionspädagogik, allgemeiner Definitionen des inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts sowie der Konkretisierung durch das KinU können die professionellen Kompetenzen bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts abgeleitet werden. Zur professionellen Handlungskompetenz bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts gehören die folgenden Kompetenzfacetten:

- Gestaltung unterschiedlicher inklusiver Zugänge zu den naturwissenschaftlichen Charakteristika innerhalb der Code- oder Subcode-Ebene, damit alle Schüler*innen am naturwissenschaftlichen Unterricht partizipieren können.
- Implementieren inklusiv naturwissenschaftlicher Charakteristika, um die Barrieren des Naturwissenschaftlichen zu minimieren.
- Implementieren inklusiv naturwissenschaftliche Charakteristika, um die Potentiale der Schüler*innen zu fördern.

Wenngleich das KinU aufzeigt, welche Zugänge Lehrkräfte zu dem Naturwissenschaftlichen gestalten können, damit alle Schüler*innen am naturwissenschaftlichen Unterricht partizipieren, nimmt das KinU nicht den Diagnoseprozess sowie die Entscheidung der Lehrkraft ab, inklusiv naturwissenschaftliche Charakteristika zu gestalten. Mithilfe ihrer professionellen Kompetenz könnten Lehrkräfte das KinU adäquat einsetzen, sodass Partizipation ermöglicht wird. In dieser Arbeit wurde mit den Analysen des Unterrichts von Lehramtsstudierenden die erste Kompetenzfacette beforscht. Die Ergebnisse zeigen, dass Lehramtsstudierende durch gezielte Schulung und praxisnahe Erfahrungen ihre professionelle Handlungskompetenz bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts zunehmend entwickeln.

Auf gleiche Weise hat sich die professionelle Wahrnehmung bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts von Lehramtsstudierenden sukzessive entwickelt, wobei analysiert wurde, welche inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika und Handlungsalternativen in video-stimulierten Reflexionen beschrieben wurden. Die professionelle Wahrnehmung bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts wird durch die folgenden Kompetenzfacetten definiert:

- Identifizieren der Charakteristika inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts.
- Verknüpfen der identifizierten Charakteristika inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts mit übergeordneten Konzepten des inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts.
- Interpretieren und begründen, warum die naturwissenschaftlichen Charakteristika inklusiv oder exklusiv sind.
- Generieren alternativer inklusiv naturwissenschaftliche Charakteristika.

Unterschiede bei den professionellen Kompetenzen der Primar- und Sekundarstufenstudierenden beziehen sich hauptsächlich auf unterschiedliche Fokussierungen der naturwissenschaftlichen Charakteristika sowie in kommunikativen Zugängen und der Offenheitsgrade. Weitere bedeutende Unterschiede waren nicht zu erkennen.

Insgesamt weisen die Begleitung der Lehramtsstudierenden und die Beforschung ihrer professionellen Kompetenzen auf einen effektiven Einsatz des KinUs. Weiterhin ist die Begleitung (angehender) Lehrkräfte enger entlang des KinUs zu gestalten, um die professionellen Kompetenzen bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts noch stärker zu fördern.

11. Ausblick

Durch weitere Dissertationsprojekte, die in dem Nawi-In Projekt verankert waren, sind Arbeiten mit Forschungsergebnissen zu weiteren Kompetenzfacetten der professionellen Wahrnehmung zu erwarten (Egger & Abels, 2022) sowie zu der Auswertung der zweiten und dritten Kohorte (Sellin).

Für die Entwicklung des KinUs ist zu betonen, dass der Entwicklungsprozess fortwährend ist. Das bedeutet, dass andere Forschende willkommen sind, das KinU durch Charakteristika inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts zu erweitern. Zudem steckt in dem KinU das Potential, als Vorlage für andere Fachdidaktiken zu dienen, um inklusiven Fachunterricht konkret in einem Kategoriensystem darzustellen (Brauns & Abels, 2021b).

In Hinblick auf die professionelle Handlungskompetenz bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts ist in weiterer Forschung interessant, einen videografierten Unterricht nicht nur auf die Charakteristika inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts zu analysieren, sondern auch weitere Daten dazu zu erheben. Durch Schüler*innenbefragungen können beispielsweise Rückschlüsse darüber gezogen werden, welche identifizierten inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika überhaupt zur Partizipation der Schüler*innen beitragen. Bei der Befragung der Lehrkräfte oder Lehramtsstudierenden kann in die Analyse einbezogen werden, aufgrund welcher diagnostischer Entscheidungen die jeweiligen inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika implementiert wurden.

In Bezug auf die professionelle Wahrnehmung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts kann das Scaffolding in der Vorbereitung und während der video-stimulierten Reflexionen enger entlang des KinUs gestaltet werden, um die Charakteristika inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts leichter in Unterrichtsvideos wahrzunehmen und zu konkretisieren. Dabei ist interessant, wie sich die Entwicklung der professionellen Kompetenzen der Lehramtsstudierenden dahingehend verändert, den Fokus mehr auf inklusiv naturwissenschaftliche Aspekte legen zu können.

Insgesamt werden die professionellen Kompetenzen von Lehrkräften für einen inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht durch die Vernetzung von Forschungsprojekten in diesem Bereich und intensiven Diskussionen der Expert*innen im NinU-Netzwerk fortwährend entwickelt.

Literaturverzeichnis

- Abell, S. K. (2007). Research on science teacher knowledge. In S. K. Abell & N. G. Lederman (Eds.), *Research on Science Teacher Education* (p 1105–1149). Routledge.
- Abels, S. (2019a). Potentialorientierter Naturwissenschaftsunterricht. In M. Veber, R. Benölken & M. Pfitzner (Hrsg.), *Begabungsförderung. Potenzialorientierte Förderung in den Fachdidaktiken* (S. 61–78). Waxmann.
- Abels, S. (2019b). Science Teacher Professional Development for Inclusive Practice. *International Journal of Physics & Chemistry Education*, 11(1), 19–29. <https://www.ijpce.org/index.php/IJPCE/article/view/17>
- Abels, S., Barth, M., Brauns, S., Egger, D., Richter, S. & Sellin, K. (2022). Lehre und Forschung im Projekt „Naturwissenschaftlichen Unterricht inklusiv gestalten“ (Nawi-In). In D. Lutz, J. Becker, F. Buchhaupt, D. Katzenbach, A. Strecker & M. Urban (Hrsg.), *Qualifizierung für Inklusion: Sekundarstufe* (S. 25–38). Waxmann.
- Abels, S. & Brauns, S. (2020). Inklusive Begabungsförderung im Chemieunterricht. In C. J. Kiso & S. Fränkel (Hrsg.), *Inklusive Begabungsförderung in den Fachdidaktiken: Diskurse, Forschungslinien und Praxisbeispiele* (S. 111–123). Klinkhardt.
- Abels, S., Brauns, S. & Egger, D. (2020). Forschendes Lernen im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht. *IMST Newsletter* (50), 10–14. https://www.imst.ac.at/files/ueber_imst/oeffentlichkeitsarbeit/imst_newsletter_50_final.pdf
- Adamina, M. (2013). Lernen unterstützen - adaptiv-konstruktiv lehren. In P. Labudde (Hrsg.), *Fachdidaktik Naturwissenschaft: 1. - 9. Schuljahr* (2. Aufl., S. 184–196). UTB.
- Adamina, M. & Möller, K. (2013). Zugänge zum naturwissenschaftlichen Unterricht. In P. Labudde (Hrsg.), *Fachdidaktik Naturwissenschaft: 1. - 9. Schuljahr* (2. Aufl., S. 105–118). UTB.
- Ainscow, M. & Miles, S. (2009). *Developing inclusive education systems: how can we move policies forward?* http://www.ibe.unesco.org/sites/default/files/DevelopingInclusive_Education_Systems.pdf
- Amor, A. M., Hagiwara, M., Shogren, K. A., Thompson, J. R., Verdugo, M. Á., Burke, K. M. & Aguayo, V. (2019). International perspectives and trends in research on inclusive education: a systematic review. *International Journal of Inclusive*

Education, 23(12), 1277–1295.
<https://doi.org/10.1080/13603116.2018.1445304>

- Arndt, A.-K. & Werning, R. (2016). Unterrichtsbezogene Kooperation von Regelschullehrkräften und Sonderpädagog/innen im Kontext inklusiver Schulentwicklung. Implikationen für die Professionalisierung. In V. Moser & B. Lütje-Klose (Hrsg.), *Zeitschrift für Pädagogik: Bd. 62. Schulische Inklusion* (S. 160–174). Beltz.
- Aufschnaiter, C. von & Blömeke, S. (2010). Professionelle Kompetenz von (angehenden) Lehrkräften erfassen - Desiderata. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 16, 361–367. https://archiv.ipn.uni-kiel.de/zfdn/pdf/16_KURZ_Aufschnaiter.pdf
- Barke, H.-D., Harsch, G., Kröger, S. & Marohn, A. (2018). *Chemiedidaktik kompakt*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56492-9>
- Bartels, A., Grölz, K., Müller, A., Stecher, L., Stöppler, R. & Wissinger, J. (2020). Die Entwicklung von Kompetenz- und Selbstwirksamkeitserwartungen im Praxissemester bei Studierenden des Lehramts an Förderschulen. In I. Ulrich & A. Gröschner (Hrsg.), *Edition ZfE. Praxissemester im Lehramtsstudium in Deutschland: Wirkungen auf Studierende* (Bd. 9, S. 155–178). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-24209-1_5
- Baumert, J. & Kunter, M (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469–520.
- Baumert, J. & Kunter, M. (2013). The COACTIV Model of Teachers' Professional Competence. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss & M. Neubrand (Eds.), *Cognitive Activation in the Mathematics Classroom and Professional Competence of Teachers* (p. 25–48). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5149-5_2
- Beck, E., Baer, M., Guldemann, T., Bischoff, S., Brühwiler, C., Müller, P., Niedermann, R., Rogalla, M. & Vogt, F. (2008). *Adaptive Lehrkompetenz: Analyse und Struktur, Veränderbarkeit und Wirkung handlungssteuernden Lehrerwissens. Pädagogische Psychologie und Entwicklungspsychologie: Bd. 63*. Waxmann.
- Behling, F., Förtsch, C. & Neuhaus, B. J. (2019). Sprachsensibler Biologieunterricht – Förderung professioneller Handlungskompetenz und professioneller Wahrnehmung durch videogestützte live-Unterrichtsbeobachtung. Eine Projektbeschreibung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 25(1), 307–316. <https://doi.org/10.1007/s40573-019-00103-9>

- Beisiegel, M., Mitchell, R. & Hill, H. C. (2018). The Design of Video-Based Professional Development: An Exploratory Experiment Intended to Identify Effective Features. *Journal of Teacher Education*, 69(1), 69–89. <https://doi.org/10.1177/0022487117705096>
- Benkmann, R. (2009). Individuelle Förderung und kooperatives Lernen im Gemeinsamen Unterricht: Paralleltitel: Individual remediation and cooperative learning in inclusive education. *Empirische Sonderpädagogik*, 1(1), 143–156.
- Berliner, D. C. (2001). Learning about and learning from expert teachers. *International Journal of Educational Research*, 35(5), 463–482. [https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(02\)00004-6](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(02)00004-6)
- Black-Hawkins, K. (2010). The Framework for Participation: a research tool for exploring the relationship between achievement and inclusion in schools. *International Journal of Research & Method in Education*, 33(1), 21–40. https://doi.org/10.1007/978-3-642-37827-0_16
- Blanchard, M. R., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A. & Granger, E. M. (2010). Is Inquiry Possible in Light of Accountability? A Quantitative Comparison of the Relative Effectiveness of Guided Inquiry and Verification Laboratory Instruction. *Science Education*, 94(4), 577–616. <https://doi.org/10.1002/sce.20390>
- Blomberg, G., Sherin, M. G., Renkl, A., Glogger, I. & Seidel, T. (2014). Understanding video as a tool for teacher education: investigating instructional strategies to promote reflection. *Instructional Science*, 42(3), 443–463. <https://doi.org/10.1007/s11251-013-9281-6>
- Blömeke, S., Gustafsson, J.-E. & Shavelson, R. J. (2015a). Beyond Dichotomies: Competence viewed as a continuum. *Zeitschrift für Psychologie*, 223(1), 3–13. <https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000194>
- Blömeke, S., König, J., Suhl, U., Hoth, J. & Döhrmann, M. (2015b). Wie situationsbezogen ist die Kompetenz von Lehrkräften? Zur Generalisierbarkeit der Ergebnisse von videobasierten Performanztests. *Zeitschrift für Pädagogik*, 61(3), 310–327. <https://doi.org/10.25656/01:15350>
- Booth, T. & Ainscow, M. (2017). *Index für Inklusion: Ein Leitfaden für Schulentwicklung* (1. Auflage). Beltz.
- Booth, T., Ainscow, M. & Kingston, D. (2006). *Index for Inclusion: Developing Play, Learning and Participation in Early Years and Childcare*. Centre for Studies on Inclusive Education.
- Börlin, J. (2012). *Das Experiment als Lerngelegenheit: Vom interkulturellen Vergleich des Physikunterrichts zu Merkmalen seiner Qualität*. Zugl.: Basel, Univ., Diss., 2012. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 132. Logos Berlin.

- Brauns, S. & Abels, S. (2020). The Framework for Inclusive Science Education. *Inclusive Science Education, Working Paper, 1/2020*, 1–145. www.leuphana.de/inclusive-science-education
- Brauns, S. & Abels, S. (2021a). Die Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden inklusiv gestalten – Naturwissenschaftsdidaktische Theorie und Empirie erweitern mit dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU). *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 27, 231–249. <https://doi.org/10.1007/s40573-021-00135-0>
- Brauns, S. & Abels, S. (2021b). Validation and Revision of the Framework for Inclusive Science Education. *Inclusive Science Education, Working Paper, 1/2021*, 1–31. www.leuphana.de/inclusive-science-education
- Brauns, S. & Abels, S. (2021c). Videoanalyse mit dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU). *Progress in Science Education*, 4(2), 71–84. <https://doi.org/10.25321/prise.2021.1146>
- Brauns, S. & Abels, S. (eingereicht). Angehende Lehrpersonen der Primar- und Sekundarstufe gestalten inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht – eine Videostudie mit dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU). In G. Wilm, R. Kloßmann, S. Böse, M. Fabel-Lamla & C. Meyer-Jain (Hrsg.), *Videographische Forschung zu inklusivem Unterricht. Erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Perspektiven*. Klinkhardt.
- Brauns, S. & Abels, S. (in Vorb. a). Analysing Pre-Service Teachers' Video-Stimulated Recalls with the Framework for Inclusive Science Education.
- Brauns, S. & Abels, S. (in Vorb. b). Validating the Framework for Inclusive Science Education by Analysing Pre-Service Teachers' Video-Stimulated Reflections.
- Brauns, S., Egger, D. & Abels, S. (2020). Forschendes Lernen auf Hochschul- und Unterrichtsebene beforschen. *Transfer Forschung ↔ Schule*, 6, 201–211.
- Brückmann, M. & Duit, R. (2014). Videobasierte Analyse unterrichtlicher Sachstrukturen. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 189–202). Springer.
- Brückmann, M., Duit, R., Tesch, M., Fischer, H. E., Kauertz, A., Reyer, T., Gerber, B., Knierim, B. & Labudde, P. (2007). The Potential of Video Studies in Research on Teaching and Learning Science. In R. Pinto & D. Couso (Hrsg.), *Contributions from Science Education Research* (S. 77–92). Springer.
- Bybee, R. W., Taylor, J., Gardner, A., van Scotter, P., Carlson Powell, J., Westbrook, A. & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications*. BSCS.

- Calderhead, J. (1981). Stimulated Recall: A method for research teaching. *British Journal of Educational Psychology*, 51(2), 211–217. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1981.tb02474.x>
- CAST. (2018). *Universal Design for Learning Guidelines version 2.2*. <http://udlguidelines.cast.org>
- Cheetham, G. & Chivers, G. (1996). Towards a holistic model of professional competence. *Journal of European Industrial Training*, 20(5), 20–30. <https://doi.org/10.1108/03090599610119692>
- Consuegra, E., Engels, N. & Willegems, V. (2016). Using video-stimulated recall to investigate teacher awareness of explicit and implicit gendered thoughts on classroom interactions. *Teachers and Teaching*, 22(6), 683–699. <https://doi.org/10.1080/13540602.2016.1158958>
- Dederich, M. (2020). Inklusion. In G. Weiß & J. Zirfas (Hrsg.), *Handbuch Bildungs- und Erziehungsphilosophie* (S. 527–536). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-19004-0_45
- DFG. (2019). *Guidelines for Safeguarding Good Research Practice: Code of Conduct*. Deutsche Forschungsgemeinschaft. <https://doi.org/10.1002/9783527679188.oth1>
- Döring, N. & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5. Aufl.). Springer-Lehrbuch. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5>
- Eckert, F. & Liebsch, A.-C. (2020). Der Baustein Adaptive didaktische Kompetenz: inklusive (Fach-)Didaktik und adaptive didaktische Kompetenz. In E. Brodeser, J. Frohn, N. Welskop, A.-C. Liebsch, V. Moser & D. Pech (Hrsg.), *Inklusionsorientierte Lehr-Lern-Bausteine für die Hochschullehre. Ein Konzept zur Professionalisierung zukünftiger Lehrkräfte* (S. 76–87). Julius Klinkhardt.
- Egger, D. & Abels, S. (2022). The analytical competency model to investigate the video-stimulated analysis of inclusive science education. *Progress in Science Education (PriSE)*, 5(2), 48–63. <https://doi.org/10.25321/PRISE.2022.1319>
- Egger, D., Brauns, S., Sellin, K., Barth, M. & Abels, S. (2020). Professionalisierung für Inklusion. *Journal für Psychologie*, 27(2), 50–70. <https://doi.org/10.30820/0942-2285-2019-2-50>
- Endacott, J. L. (2016). Using Video-Stimulated Recall to Enhance Preservice-Teacher Reflection. *The New Educator*, 12(1), 28–47. <https://doi.org/10.1080/1547688X.2015.1113351>
- European Agency. (2012). *Inklusionsorientierte Lehrerbildung: Ein Profil für inklusive Lehrerinnen und Lehrer*.

- European Agency. (2017). *Inclusive Early Childhood Education Environment Self-Reflection Tool*. European Agency for Special Needs and Inclusive Education.
- Ferreira González, L., Fühner, L., Sühlig, L., Weck, H., Weirauch, K. & Abels, S. (2021). Ein Unterstützungsraster zur Planung und Reflexion inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts. In S. Hundertmark, Sun, Xiaokang, S. Abels, A. Nehring, R. Schildknecht, V. Seremet & C. Lindmeier (Hrsg.), *Beiheft zur Zeitschrift „Sonderpädagogische Förderung heute“*. *Naturwissenschaftsdidaktik und Inklusion: 4. Beiheft Sonderpädagogische Förderung heute* (S. 191–215). Beltz.
- Fink, A. (2009). *Conducting Research Literature Reviews: From the Internet to Paper*. SAGE.
- Flick, U. (2010). Triangulation in Qualitative Research. In U. Flick, E. von Kardorff & I. Steinke (Eds.), *A companion to qualitative research* (n.p). SAGE.
- Flick, U. (2019). Gütekriterien qualitativer Forschung. In G. Mey & K. Mruck (Hrsg.), *Springer Reference Psychologie. Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie* (S. 1–17). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-18387-5_30-2
- Florian, L. (2014). What counts as evidence of inclusive education? *European Journal of Special Needs Education*, 29(3), 286–294. <https://doi.org/10.1080/08856257.2014.933551>
- Florian, L. & Black-Hawkins, K. (2011). Exploring inclusive pedagogy. *British Educational Research Journal*, 37(5), 813–828. <https://doi.org/10.1080/01411926.2010.501096>
- Florian, L. & Camedda, D. (2020). Enhancing teacher education for inclusion. *European Journal of Teacher Education*, 43(1), 4–8. <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1707579>
- Florian, L. & Spratt, J. (2013). Enacting inclusion: a framework for interrogating inclusive practice. *European Journal of Special Needs Education*, 28(2), 119–135. <https://doi.org/10.1080/08856257.2013.778111>
- Franz, E.-K. (2014). Entwicklungsaufgaben der Lehrerprofessionalisierung im Kontext von Inklusion (ProfI). In S. Trumpp, S. Seifried, E. Franz & T. Klauß (Hrsg.), *Inklusive Bildung: Erkenntnisse und Konzepte aus Fachdidaktik und Sonderpädagogik* (S. 122–136). Beltz Juventa.
- Franz, E.-K. (2019). Adaptive Lehrkompetenz erwerben – Beiträge der Lehrer(innen)bildung zur Professionalisierung von Grundschullehrer(inne)n. In C. Donie, F. Foerster, M. Obermayr, A. Deckwerth, G. Kammermeyer, G. Lenske,

- M. Leuchter & A. Wildemann (Hrsg.), *Grundschulpädagogik zwischen Wissenschaft und Transfer* (S. 188–193). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-26231-0_23
- Gebauer, S. (2019). *Förderung von Lehrerkompetenzen zur adaptiven Unterrichtsgestaltung: Zum Potenzial situierter Lernumgebungen in der Lehrerfortbildung. Empirische Forschung im Elementar- und Primarbereich*. Julius Klinkhardt.
- Gebhard, U., Höttecke, D. & Rehm, M. (2017). *Pädagogik der Naturwissenschaften*. Springer Fachmedie. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-19546-9>
- Geiger, V., Muir, T. & Lamb, J. (2016). Video-stimulated recall as a catalyst for teacher professional learning. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 19(5), 457–475. <https://doi.org/10.1007/s10857-015-9306-y>
- Gibson, S. A. & Ross, P. (2016). Teachers' Professional Noticing. *Theory Into Practice*, 55(3), 180–188. <https://doi.org/10.1080/00405841.2016.1173996>
- Goodwin, C. (1994). Professional Vision. *American Anthropologist*, 96(3), 606–633. <https://doi.org/10.1525/aa.1994.96.3.02a00100>
- Görel, G. (2019). *Inklusiver Unterricht aus Sicht von Grundschullehrkräften*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-26175-7>
- Gramzow, Y., Riese, J. & Rehinhold, P. (2013). Modellierung fachdidaktischen Wissens angehender Physiklehrkräfte. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 19, 7–30.
- Greiner, F., Sommer, S., Czempiel, S. & Kracke, B. (2020). Welches Wissen brauchen Lehrkräfte für inklusiven Unterricht? *Perspektiven aus der Berufspraxis. Journal für Psychologie*, 27(2), 117–142. <https://doi.org/10.30820/0942-2285-2019-2-117>
- Greiten, S. (2014). Welche Kompetenzen für die Unterrichtsplanung benötigen LehrerInnen an regelschulen für einen inklusiven, auf individuelle Förderung ausgerichteten Unterricht? Erste Ergebnisse aus einer qualitativ-empirischen Studie. In S. Trumppa, S. Seifried, E. Franz & T. Klauß (Hrsg.), *Inklusive Bildung: Erkenntnisse und Konzepte aus Fachdidaktik und Sonderpädagogik* (S. 107–121). Beltz Juventa.
- Griful-Freixenet, J., Vantieghem, W., Gheysens, E. & Struyven, K. (2020). Connecting beliefs, noticing and differentiated teaching practices: a study among pre-service teachers and teachers. *International Journal of Inclusive Education*, 7(1), 1–18. <https://doi.org/10.1080/13603116.2020.1862404>
- Gröschner, A., Schindler, A.-K., Holzberger, D., Alles, M. & Seidel, T. (2018). How systematic video reflection in teacher professional development regarding

- classroom discourse contributes to teacher and student self-efficacy. *International Journal of Educational Research*, 90(1), 223–233. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2018.02.003>
- Gross, J., Hammann, M., Schmiemann, P. & Zabel, J. (Hrsg.). (2019). *Biologiedidaktische Forschung: Erträge für die Praxis*. Springer Spektrum. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-58443-9>
- Haverly, C., Calabrese Barton, A., Schwarz, C. V. & Braaten, M. (2020). “Making Space”: How Novice Teachers Create Opportunities for Equitable Sense-Making in Elementary Science. *Journal of Teacher Education*, 71(1), 63–79. <https://doi.org/10.1177/0022487118800706>
- Heinisch, J., Sonnleitner, M. & Rank, A. (2018). Professionalisierung für Inklusion – situiertes Lernen in der universitären LehrerInnenbildung. In S. Miller, B. Holler-Nowitzki, B. Kottmann, S. Lesemann, B. Letmathe-Henkel, N. Meyer, R. Schroeder & K. Velten (Hrsg.), *Profession und Disziplin* (S. 296–302). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-13502-7_37
- Heinitz, B. & Nehring, A. (2020). Kriterien naturwissenschaftsdidaktischer Unterrichtsqualität – ein systematisches Review videobasierter Unterrichtsforschung. *Unterrichtswissenschaft*, 48(3), 319–360. <https://doi.org/10.1007/s42010-020-00074-8>
- Helmke, A. (2017). *Unterrichtsqualität und Lehrerprofessionalität: Diagnose, Evaluation und Verbesserung des Unterrichts* (7. Auflage). Klett.
- Hericks, U. (2006). *Professionalisierung als Entwicklungsaufgabe: Rekonstruktionen zur Berufseingangsphase von Lehrerinnen und Lehrern* (1. Aufl.). Studien zur Bildungsgangforschung: Bd. 8. VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- 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. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.899722>
- Hoth, J., Kaiser, G., Döhrmann, M., König, J. & Blömeke, S. (2018). A Situated Approach to Assess Teachers' Professional Competencies Using Classroom Video. In O. Buchbinder & S. Kuntze (Eds.), *Mathematics Teachers Engaging with Representations of Practice* (p. 23–46). Springer International Publishing.
- Kim, J., Florian, L. & Pantić, N. (2020). The development of inclusive practice under a policy of integration. *International Journal of Inclusive Education*, 1–16. <https://doi.org/10.1080/13603116.2020.1773946>
- Kircher, E., Girwidz, R. & Fischer, H. E. (Hrsg.). (2020). *Physikdidaktik / Grundlagen* (4. Auflage). Springer.

- Kirschner, S., Sczudlek, M., Tepner, O., Borowski, A., Fischer, H. E., Lenske, G., Leutner, D., Neuhaus, B. J., Sumfleth, E., Thillmann, H. & Wirth, J. (2017). Professionswissen in den Naturwissenschaften (ProwiN). In C. Gräsel & K. Trempler (Hrsg.), *Entwicklung von Professionalität pädagogischen Personals* (S. 113–130). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-07274-2_7
- KMK. (2004a). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss*. Luchterhand.
- KMK. (2004b). *Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss*. Luchterhand.
- KMK. (2004c). *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss*. Luchterhand.
- KMK. (2004d). *Standards für die Lehrerbildung: Bildungswissenschaften*. Luchterhand.
- Koch-Priewe, B., Köker, A. & Störtländer, J. C. (2019). Fachunterricht und Fachdidaktik. In M. Harring, C. Rohlf's & M. Gläser-Zikuda (Hrsg.), *Handbuch Schulpädagogik* (S. 418–426). Waxmann.
- König, J. (2016). Lehrerexpertise und Lehrerkompetenz. In M. Rothland (Hrsg.), *UTB Schulpädagogik: Bd. 8680. Beruf Lehrer/Lehrerin: Ein Studienbuch* (S. 127–148). Waxmann.
- König, J., Darge, K. & Kramer, C. (2020). Kompetenzentwicklung im Praxissemester: Zur Bedeutung schulpraktischer Lerngelegenheiten auf den Erwerb von pädagogischem Wissen bei Lehramtsstudierenden. In I. Ulrich & A. Gröschner (Hrsg.), *Edition ZfE. Praxissemester im Lehramtsstudium in Deutschland: Wirkungen auf Studierende* (Bd. 9, S. 67–95). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-24209-1_2
- Kopmann, H. & Zeinz, H. (2018). Professionelle Handlungskompetenz in inklusiven Lernsettings. In S. Miller, B. Holler-Nowitzki, B. Kottmann, S. Lesemann, B. Letmathe-Henkel, N. Meyer, R. Schroeder & K. Velten (Hrsg.), *Profession und Disziplin* (S. 151–157). Springer Fachmedien Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-13502-7_15
- Krüger, D., Parchmann, I. & Schecker, H. (2018). *Theorien in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-56320-5>
- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung: Grundlagentexte Methoden, 4., überarbeitete Auflage*. Beltz.
- Kulgemeyer, C., Kempin, M., Weißbach, A., Borowski, A., Buschhüter, D., Enkrott, P., Reinhold, P., Riese, J., Schecker, H., Schröder, J. & Vogelsang, C. (2021).

Exploring the impact of pre-service science teachers' reflection skills on the development of professional knowledge during a field experience. *International Journal of Science Education*, 43(18), 3035–3057. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.2006820>

- Kullmann, H., Lütje-Klose, B. & Textor, A. (2014). Eine Allgemeine Didaktik für inklusive Lerngruppen - fünf Leitprinzipien als Grundlage eines Bielefelder Ansatzes der inklusiven Didaktik. In B. Amrhein & M. Dziak-Mahler (Hrsg.), *LehrerInnenbildung gestalten. 3. Fachdidaktik inklusiv. Auf der Suche nach didaktischen Leitlinien für den Umgang mit Vielfalt in der Schule* (S. 89–107). Waxmann.
- Kunter, M., Baumert, J., Blum, W. & Neubrand, M. (Hrsg.). (2011). *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV*. Waxmann.
- Labudde, P. (2013). Der Heterogenität begegnen. In P. Labudde (Hrsg.), *Fachdidaktik Naturwissenschaft: 1. - 9. Schuljahr* (2. Aufl., S. 213–226). UTB.
- Lamnek, S. & Krell, C. (2010). *Qualitative Sozialforschung: Lehrbuch* (5. Aufl.). Grundlagen Psychologie. Beltz.
- Magnusson, S., Krajcik, J. & Borko, H. (2002). Nature, Sources, and Development of Pedagogical Content Knowledge for Science Teaching. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Science & Technology Education Library: Bd. 6. Examining Pedagogical Content Knowledge* (p. 95–132). Kluwer Academic Publishers. https://doi.org/10.1007/0-306-47217-1_4
- Mahler, D. (2016). *Professional Competence of Teachers: Structure, Development, and the Significance for Students' Performance*. Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- Malva, L., Leijen, Ä. & Arcidiacono, F. (2021). Identifying teachers' general pedagogical knowledge: A video stimulated recall study. *Educational Studies*, 1–26. <https://doi.org/10.1080/03055698.2021.1873738>
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (12. Aufl.). Beltz Pädagogik.
- Melzer, C., König, J., Gerhard, K., Rühl, A.-M. & Zenner, J. (2017). Erfassung von pädagogischem Wissen für inklusiven Unterricht bei angehenden Lehrkräften: Testkonstruktion und Validierung. *Unterrichtswissenschaft*, 45(4), 223–242.
- Menthe, J., Abels, S., Blumberg, E., Fromme, T., Marohn, A., Nehring, A. & Rott, L. (2017). Netzwerk inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht. In C. Maurer (Hrsg.), *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Zürich 2016* (S. 200–803). Universität Regensburg.

- Menthe, J. & Hoffmann, T. (2015). Inklusiver Chemieunterricht: Chance und Herausforderung. In J. Riegert & O. Musenberg (Hrsg.), *Inklusiver Fachunterricht in der Sekundarstufe* (1. Aufl., S. 131–140). Kohlhammer.
- Meschede, N., Fiebranz, A., Möller, K. & Steffensky, M. (2017). Teachers' professional vision, pedagogical content knowledge and beliefs: On its relation and differences between pre-service and in-service teachers. *Teaching and Teacher Education*, 66(9), 158–170. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.04.010>
- Mester, T. & Blumberg, E. (2017). Inklusionsbezogenes fachdidaktisches Wissen angehender Sachunterrichtslehrkräfte - zur Entwicklung eines empirisch gestützten Modells. *GDSU Journal* (7), 9–26.
- HRK. (2015). *Empfehlungen zur Lehrerbildung. Beiträge zur Hochschulpolitik: Bd. 2015,1. Hochschulrektorenkonferenz.* http://www.hrk.de/fileadmin/redaktion/hrk/02-Dokumente/02-10-Publikationsdatenbank/Beitr-2015-01_Lehrerbildung.pdf
- Muir, T. (2010). Using Video-Stimulated Recall as a Tool for Reflecting on the Teaching of Mathematics. In L. Sparrow, B. Kissane & C. Hurst (Eds.), *Shaping the future of mathematics education: Proceedings of the 33rd annual conference of the Mathematics Education Research Group of Australasia* (p. 438–445). MERGA.
- Mulder, R. H., Messmann, G. & Gruber, H. (2009). Professionelle Entwicklung von Lehrenden als Verbindung von Professionalität und professionellem Handeln. In O. Zlatkin-Troitschanskaia (Hrsg.), *Beltz-Bibliothek. Lehrprofessionalität: Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung* (S. 401–409). Beltz.
- Musenberg, O. & Riegert, J. (2015). Inklusiver Fachunterricht als didaktische Herausforderung. In J. Riegert & O. Musenberg (Hrsg.), *Inklusiver Fachunterricht in der Sekundarstufe* (1. Aufl., S. 13–28). Kohlhammer.
- Nehring, A. & Bohlmann, M. (2016). Inklusion als Herausforderung und Chance für die naturwissenschaftsdidaktische Theoriebildung. In O. Musenberg & J. Riegert (Hrsg.), *Didaktik und Differenz* (S. 148–163). Julius Klinkhardt.
- Nehring, A. & Schwichow, M. (2020). Was ist Wissen, was ist Können? Deutungen des Kompetenzbegriffs und deren psychometrische Konsequenzen im Kontext von Fachwissen und Variablenkontrollstrategie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 26(1), 73–87. <https://doi.org/10.1007/s40573-020-00113-y>
- Nehring, A., Stiller, J., Nowak, K. H., Upmeyer zu Belzen, A. & Tiemann, R. (2016). Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen im Chemieunterricht – eine modellbasierte Videostudie zu Lerngelegenheiten für den Kompetenzbereich

- der Erkenntnisgewinnung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 22(1), 77–96. <https://doi.org/10.1007/s40573-016-0043-2>
- Nerdel, C. (2017). *Grundlagen der Naturwissenschaftsdidaktik*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-53158-7>
- OECD. (2019). *PISA 2018 assessment and analytical framework*. PISA. OECD Publishing.
- Oevermann, U. (1996). Theoretische Skizze einer revidierten Theorie professionalisierten Handelns. In A. Combe & W. Helsper (Hrsg.), *Pädagogische Professionalität: Untersuchungen zum Typus pädagogischen Handelns* (S. 70–182). Suhrkamp.
- Praetorius, A.-K. & Nehring, A. (2020). Unterrichtsqualität zwischen Generik und Fachspezifik: Einführung in den Thementeil. *Unterrichtswissenschaft*, 48(3), 297–301. <https://doi.org/10.1007/s42010-020-00081-9>
- Prediger, S. & Buró, R. (2021). Fifty ways to work with students' diverse abilities? A video study on inclusive teaching practices in secondary mathematics classrooms. *International Journal of Inclusive Education*, 1–20. <https://doi.org/10.1080/13603116.2021.1925361>
- Rebbert, T.-M. & Wilmanns, I. (2013). Gemeinsamer Unterricht am Gemeinsamen Gegenstand: Das Projekt "Jugend inklusive - global engagiert". *Erziehungswissenschaft*, 24(46), 51–63. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-opus-81729>
- Reinisch, H. (2009). "Lehrprofessionalität" als theoretischer Term - Eine begriffssystematische Analyse. In O. Zlatkin-Troitschanskaia (Hrsg.), *Beltz-Bibliothek. Lehrprofessionalität: Bedingungen, Genese, Wirkungen und ihre Messung* (S. 33–44). Beltz.
- Riegert, J. & Musenberg, O. (Hrsg.) (2015). *Inklusiver Fachunterricht in der Sekundarstufe* (1. Auflage). Kohlhammer.
- Riese, J. & Reinhold, P. (2014). Entwicklung eines Leistungstests für fachdidaktisches Wissen. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 257–267). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-37827-0_21
- Roth, K. J., Bintz, J., Wickler, N. I. Z., Hvidsten, C., Taylor, J., Beardsley, P. M., Caine, A. & Wilson, C. D. (2017). Design principles for effective video-based professional development. *International journal of STEM education*, 4(1), 1–24. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0091-2>

- Santagata, R. & Guarino, J. (2011). Using video to teach future teachers to learn from teaching. *ZDM – Mathematics Education*, 43(1), 133–145. <https://doi.org/10.1007/s11858-010-0292-3>
- Santagata, R. & Yeh, C. (2016). The role of perception, interpretation, and decision making in the development of beginning teachers' competence. *ZDM – Mathematics Education*, 48(1-2), 153–165. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0737-9>
- Schecker, H., Wilhelm, T., Hopf, M. & Duit, R. (2018). *Schülervorstellungen und Physikunterricht: Ein Lehrbuch für Studium, Referendariat und Unterrichtspraxis*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-57270-2>
- Schiffel, I. & Weiglhofer, H. (2019). *Biologie kompetent unterrichten: Ein Praxisbuch für Studierende und Lehrkräfte [1. Auflage]*. Facultas.
- Schlag, S. & Glock, S. (2019). Entwicklung von Wissen und selbsteingeschätztem Wissen zur Klassenführung während des Praxissemesters im Lehramtsstudium. *Unterrichtswissenschaft*, 47(2), 221–241. <https://doi.org/10.1007/s42010-019-00037-8>
- Schlömerkemper, J. (2014). Leistungsmessung und die Professionalität des Lehrberufs. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen* (S. 311–321). Beltz.
- Schlüter, A.-K. (2018). *Professionalisierung angehender Chemielehrkräfte für einen gemeinsamen Unterricht*. Logos.
- Schurig, M., Weiß, S., Kiel, E., Heimlich, U. & Gebhardt, M. (2020). Assessment of the quality of inclusive schools A short form of the quality scale of inclusive school development (QU!S-S) – reliability, factorial structure and measurement invariance. *International Journal of Inclusive Education*, 7(2), 1–16. <https://doi.org/10.1080/13603116.2020.1862405>
- Schwab, S., Resch, K. & Alnahdi, G. (2021). Inclusion does not solely apply to students with disabilities: pre-service teachers' attitudes towards inclusive schooling of all students. *International Journal of Inclusive Education*, ahead of print, 1–17. <https://doi.org/10.1080/13603116.2021.1938712>
- Schwab, S., Sharma, U. & Hoffmann, L. (2019). How inclusive are the teaching practices of my German, Maths and English teachers? – psychometric properties of a newly developed scale to assess personalisation and differentiation in teaching practices. *International Journal of Inclusive Education*, 26(1) 1–16. <https://doi.org/10.1080/13603116.2019.1629121>

- Seidel, T., Stürmer, K., Blomberg, G., Kobarg, M. & Schwindt, K. (2011). Teacher learning from analysis of videotaped classroom situations: Does it make a difference whether teachers observe their own teaching or that of others? *Teaching and Teacher Education*, 27(2), 259–267. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.08.009>
- Sellin, K., Barth, M. & Abels, S. (2020). Merkmale gelungenen inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Primar- und Sekundarstufe I: Eine Interviewstudie mit Lehrkräften. In S. Offen, M. Barth, U. Franz & K. Michalik (Hrsg.), *Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts. „Brüche und Brücken“ - Übergänge im Kontext des Sachunterrichts* (S. 27–34). Julius Klinkhardt.
- Sherin, M. G. (2007). The development of teachers' professional vision in video clubs. In R. Goldman, R. Pea, B. Barron & S. J. Derry (Eds.), *Video research in the learning sciences* (p. 383–395). Erlbaum.
- Shulman, L. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1–23. <https://doi.org/10.17763/haer.57.1.j463w79r56455411>
- Simon, T. & Moser, V. (2019). Fachdidaktik(en) auf dem Weg zur Inklusion. In S. Bartusch, C. Klektau, T. Simon, S. Teumer & A. Weidemann (Hrsg.), *Lernprozesse begleiten* (S. 223–238). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-21924-6_17
- Soukakou, E. P. (2016). *Inclusive Classroom Profile (ICP) (Research edition)*. Brookes Publishing.
- Star, J. R. & Strickland, S. K. (2008). Learning to observe: using video to improve preservice mathematics teachers' ability to notice. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11(2), 107–125. <https://doi.org/10.1007/s10857-007-9063-7>
- Stinken-Rösner, L. (2020). Simulations in Science Education – Status Quo. *Progress in Science Education*, 3(1), 26–34. <https://doi.org/10.25321/prise.2020.996>
- Stinken-Rösner, L., Rott, L., Hundertmark, S., Baumann, T., Menthe, J., Hoffmann, T., Nehring, A. & Abels, S. (2020). Thinking Inclusive Science Education from two Perspectives: inclusive Pedagogy and Science Education. *Research in Subject-matter Teaching and Learning* (3), 30–45. <https://doi.org/10.23770/pend-ing>
- Streller, S., Bolte, C., Dietz, D. & La Noto Diega, R. (2019). *Chemiedidaktik an Fallbeispielen*. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-58645-7>

- Stürmer, K., Seidel, T. & Schäfer, S. (2013). Changes in professional vision in the context of practice. *Gruppendynamik und Organisationsberatung*, 44(3), 339–355. <https://doi.org/10.1007/s11612-013-0216-0>
- Tepner, O., Borowski, A., Dollny, S., Fischer, H. E., Jüttner, M., Kirschner, S., Leutner, D., Neuhaus, B. J., Sandmann, A., Sumfleth, E., Thillmann, H. & Wirth, J. (2012). Modell zur Entwicklung von Testitems zur Erfassung des Professionswissens von Lehrkräften in den Naturwissenschaften. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 18, 7–28.
- Tepner, O. & Dollny, S. (2014). Entwicklung eines Testverfahrens zur Analyse fachdidaktischen Wissens. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hrsg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 311–323). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-37827-0_25
- Terhart, E. (2011). Lehrerberuf und Professionalität: Gewandeltes Begriffsverständnis – neue Herausforderungen. *Zeitschrift für Pädagogik*, 57(57), 202–224. <https://doi.org/10.25656/01:709>
- Tuma, R., Schnettler, B. & Knoblauch, H. (2013). *Videographie: Einführung in die interpretative Videoanalyse sozialer Situationen*. Lehrbuch. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-18732-7>
- Ulrich, I., Klingebiel, F., Bartels, A., Staab, R., Scherer, S. & Gröschner, A. (2020). Wie wirkt das Praxissemester im Lehramtsstudium auf Studierende? Ein systematischer Review. In I. Ulrich & A. Gröschner (Hrsg.), *Edition ZfE. Praxissemester im Lehramtsstudium in Deutschland: Wirkungen auf Studierende* (Bd. 9, S. 1–66). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-24209-1_1
- van Es, E. A. & Sherin, M. G. (2002). Learning to Notice: Scaffolding New Teachers' Interpretations of Classroom Interactions. *Journal of Technology and Teacher Education*, 10(4), 571–596.
- van Mieghem, A., Verschueren, K., Petry, K. & Struyf, E. (2020). An analysis of research on inclusive education: a systematic search and meta review. *International Journal of Inclusive Education*, 24(6), 675–689. <https://doi.org/10.1080/13603116.2018.1482012>
- Veber, M., Benölken, R. & Pfitzner, M. (2019). *Begabungsförderung. Potenzialorientierte Förderung in den Fachdidaktiken*. Waxmann.
- Vogelsang, C. (2014). *Validierung eines Instruments zur Erfassung der professionellen Handlungskompetenz von (angehenden) Physiklehrkräften: Zusammenhangsanalysen zwischen Lehrerkompetenz und Lehrerperformanz*. Zugl.: Paderborn, Univ., Diss., 2014. Studien zum Physik- und Chemielernen: Bd. 174. Logos Berlin.

- Weinert, F. E. (2014). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen - eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hrsg.), Beltz Pädagogik. *Leistungsmessungen in Schulen* (S. 17–31). Beltz.
- Yang, X., Kaiser, G., König, J. & Blömeke, S. (2018). Measuring Chinese teacher professional competence: adapting and validating a German framework in China. *Journal of Curriculum Studies*, 50(5), 638–653. <https://doi.org/10.1080/00220272.2018.1502810>
- Zentel, P. & Michaelys, J. (2015). Inklusiver Biologieunterricht. In J. Riegert & O. Musenberg (Hrsg.), *Inklusiver Fachunterricht in der Sekundarstufe* (1. Aufl., S. 88–99). Kohlhammer.
- Zulfija, M., Indira, O. & Elmira, U. (2013). The Professional Competence of Teachers in Inclusive Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 89, 549–554. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.08.892>

Übersicht über die in der Dissertation enthaltenen Beiträge

(gemäß der im Januar 2012 an der Fakultät für Nachhaltigkeit in Kraft getretenen Richtlinie für kumulative Dissertationen)

Sarah Brauns

Professionalisierung für einen inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht – Beforschung und Entwicklung professioneller Kompetenzen angehender Lehrkräfte mit dem Kategorien-system inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU)

Nr.	Thema	Literaturangabe	Publikationsstatus	Besonderer Beitrag	Gewichtungsfaktor
1	Inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht	Brauns, S. & Abels, S. (2021). Die Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden inklusiv gestalten – Naturwissenschaftsdidaktische Theorie und Empirie erweitern mit dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU). <i>Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften</i> , 27, 231–249. https://doi.org/10.1007/s40573-021-00135-0	veröffentlicht	Mitautorin mit maßgeblichem Beitrag	1,0
2	Inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht	Abels, S., Brauns, S. & Egger, D. (2020). Forschendes Lernen im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht. <i>IMST Newsletter</i> (50), 10–14. https://www.imst.ac.at/files/ueber_imst/oeffentlichkeitsarbeit/imst_newsletter_50_final.pdf	veröffentlicht	Mitautorin mit geringem Beitrag	0
3	Seminarkonzept von Nawin	Brauns, S., Egger, D. & Abels, S. (2020). Forschendes Lernen auf Hochschul- und Unterrichtsebene beforschen. <i>Transfer Forschung</i> ↔ <i>Schule</i> , 6, 201–211.	veröffentlicht	Mitautorin mit maßgeblichem Beitrag	1,0
4	Systematisches Review	Brauns, S. & Abels, S. (2020). The Framework for Inclusive Science Education. <i>Inclusive Science Education, Working Paper, 1/2020</i> , 1–145. www.leuphana.de/inclusive-science-education	veröffentlicht	Mitautorin mit maßgeblichem Beitrag	1,0
5	Analyse der Videovignette	Brauns, S. & Abels, S. (2021a). Videoanalyse mit dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU). <i>Progress in Science Education</i> , 4(2), 71–84. https://doi.org/10.25321/prise.2021.1146	veröffentlicht	Mitautorin mit maßgeblichem Beitrag	1,0
6	Analyse der VSRef	Brauns, S. & Abels, S. (in Vorb. b). Validating the Framework for Inclusive Science Education by Analysing Pre-Service Teachers' Video-Stimulated Reflections.	in Vorb.	Mitautorin mit maßgeblichem Beitrag	1,0

Nr.	Thema	Literaturangabe	Publikationsstatus	Besonderer Beitrag	Gewichtungsfaktor
7	Analyse der Unterrichtsvidéos	Brauns, S. & Abels, S. (eingereicht). Angehende Lehrpersonen der Primar- und Sekundarstufe gestalten inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht – eine Videostudie mit dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU). In G. Wilm, R. Kloßmann, S. Böse, M. Fabel-Lamla & C. Meyer-Jain (Hrsg.), <i>Videographische Forschung zu inklusivem Unterricht. Erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Perspektiven</i> . Klinkhardt.	eingereicht	Mitautorin mit maßgeblichem Beitrag	1,0
8	Überarbeitung des KinU	Brauns, S. & Abels, S. (2021b). Validation and Revision of the Framework for Inclusive Science Education. Inclusive Science Education, <i>Working Paper, 1/2021</i> , 1–31. www.leuphana.de/inclusive-science-education	veröffentlicht	Mitautorin mit maßgeblichem Beitrag	1,0
9	Analyse der VSR	Brauns, S. & Abels, S. (in Vorb. a). Analysing Pre-Service Teachers' Video-Stimulated Recalls with the Framework for Inclusive Science Education.	In Vorb.	Mitautorin mit maßgeblichem Beitrag	1,0

Specific contribution of PhD candidate submitting the doctoral thesis / Author status according to § 12 of the guideline for cumulative dissertations

- Single author = own contribution amounts to 100%.
- Co-author with predominant contribution = own contribution is greater than the individual share of all other co-authors and is at least 35%.
- Co-author with equal contribution = (1) own contribution is as high as the share of other co-authors, (2) no other co-author has a contribution higher than the own contribution, and (3) the own contribution is at least 25%.
- Co-author with important contribution = own contribution is at least 25%, but is insufficient to qualify as single authorship, predominant or equal contribution.
- Co-author with small contribution = own contribution is less than 20%.

Weighting Factor according to § 14 of the guideline for cumulative dissertations

Single author	1.0
Co-author with predominant contribution	1.0
Co-author with equal contribution	1.0
Co-author with important contribution	0.5
Co-author with small contribution	0

Erklärung (gemäß § 16 des Leitfadens für kumulative Dissertationen)

Ich versichere, dass alle in dieser Anlage gemachten Angaben in jedem Einzelfall und insgesamt der Wahrheit entsprechen.

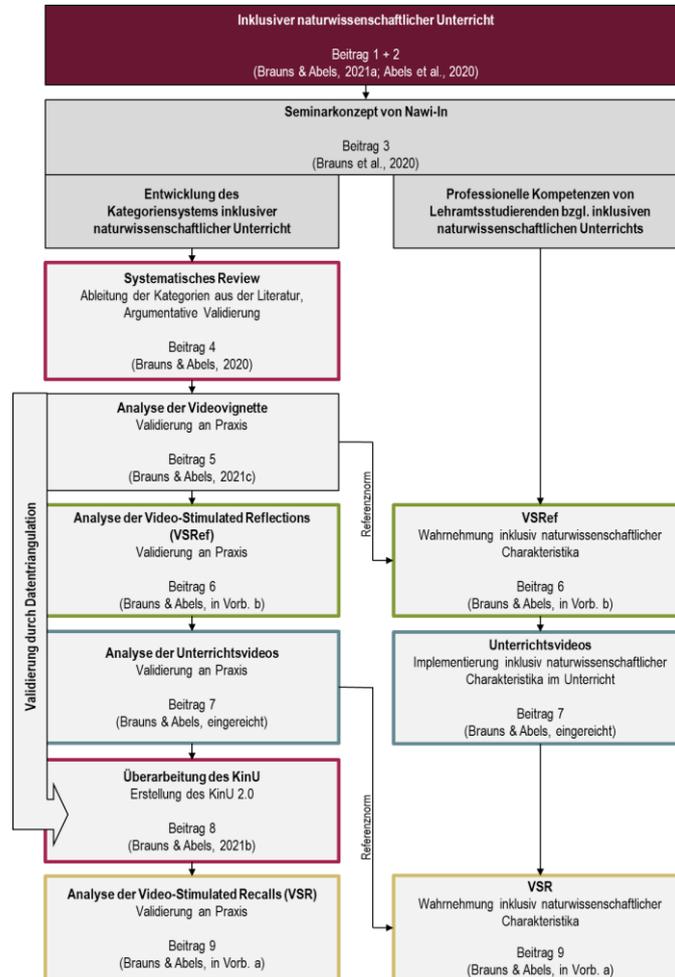
Ort, Datum

Unterschrift

Beitrag 1

Die Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden inklusiv gestalten – Naturwissenschaftsdidaktische Theorie und Empirie erweitern mit dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU)

Sarah Brauns und Simone Abels



Brauns, S. & Abels, S. (2021). Die Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden inklusiv gestalten – Naturwissenschaftsdidaktische Theorie und Empirie erweitern mit dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU). *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 27, 231–249. <https://doi.org/10.1007/s40573-021-00135-0>

Beiträge der Autor*innen.

Konzeptualisierung	SB, SA	Methodik	SB, SA	Software	-	Validierung	SB, SA
Analyse	SB, SA	Untersuchung	SB, SA	Ressourcen	SA	Originalentwurf	SB, SA
Überarbeitung	SB, SA	Beitragsleitung	SB	Projektleitung	SA	Finanzierung	SA



Die Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden inklusiv gestalten – Naturwissenschaftsdidaktische Theorie und Empirie erweitern mit dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU)

Sarah Brauns¹ · Simone Abels¹

Eingegangen: 26. Oktober 2020 / Angenommen: 15. Oktober 2021

© Der/die Autor(en) 2021

Zusammenfassung

Zur Verknüpfung von etablierten und typischen Themenfeldern des naturwissenschaftlichen Unterrichts mit inklusiver Pädagogik wurde ein systematisches Literaturreview zur Ableitung des umfassenden Kategoriensystems inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU) durchgeführt. In einer vorherigen Publikation sind das detaillierte methodische Vorgehen sowie die methodische Diskussion zur besseren intersubjektiven Nachvollziehbarkeit veröffentlicht (www.leuphana.de/inclusive-science-education). In diesem Artikel wird das Kategoriensystem inhaltlich diskutiert, inwieweit sich die Ergebnisse und Implikationen aus der Literatur zur Umsetzung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts mit den Erkenntnissen aus der naturwissenschaftsdidaktischen Theorie und Empirie ohne expliziten Inklusionsbezug überschneiden oder diese ergänzen. Der Vergleich wird exemplarisch zu „naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden inklusiv gestalten“ durchgeführt, was mit $n = 126$ Kategorien die größte der 16 Hauptkategorien des KinU ($N = 935$) darstellt. Dieser Vergleich wird entlang von Aktionen, Ausführungsformen, Funktionen, experimenteller Kompetenz und Offenheit naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden strukturiert. Die Ergebnisse zeigen, dass in der naturwissenschaftsdidaktischen Theorie und Empirie ohne expliziten Inklusionsbezug der naturwissenschaftsbezogene Gegenstandsbereich detailliert beschrieben wird und die Anforderungen an die Schüler*innen bzgl. dieses Gegenstands herausgestellt werden. Um inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht zu bestimmen, ist es notwendig, konkrete Zugänge speziell für etablierte und typische Themenfelder des naturwissenschaftlichen Unterrichts zu schaffen. Ein wesentlicher Mehrwert zu der allgemein naturwissenschaftsdidaktischen Literatur liegt darin, dass in den Publikationen mit Inklusionsbezug beschrieben wird, wie der naturwissenschaftliche Gegenstand modifiziert werden kann und welche zusätzlichen Angebote gemacht werden können, damit alle Schüler*innen an diesem Gegenstand mit dem Ziel der naturwissenschaftlichen Grundbildung partizipieren können. Die konkreten Erweiterungen diesbezüglich werden entlang des KinU zusammengefasst dargestellt.

Schlüsselwörter Inklusion · Inklusive Pädagogik · Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen · Qualitative Inhaltsanalyse · Systematisches Literaturreview

✉ Sarah Brauns
Sarah.brauns@leuphana.de

¹ Institut für nachhaltige Chemie (INSC), Didaktik der Naturwissenschaften, Leuphana Universität Lüneburg, Universitätsallee 1, 21335 Lüneburg, Deutschland

Creating inclusive Application of Scientific Research Methods—Expanding Science Education Theory and Empiricism with the Framework for Inclusive Science Education

Abstract

To link established and typical subject areas of science education with inclusive pedagogy, a systematic literature review was conducted to derive the comprehensive Framework of Inclusive Science Education. In a previous publication, the detailed methodical approach as well as the methodical discussion are published for a better intersubjective comprehensibility (www.leuphana.de/inclusive-science-education). In this article, we discuss the content of the Framework regarding the extent to which the results and implications from the literature on the implementation of inclusive science education coincide with or complement the findings of the science education theory and empirical research without explicit reference to inclusion. The comparison is carried out exemplarily to “Creating inclusive scientific research methods”, which is the main category with the highest number of subcategories ($n=126$) of the Framework ($N=935$). This comparison is structured along actions, embodiments, functions, experimental competence and openness of scientific research methods. The results show that in science education theory and empiricism without explicit reference to inclusion, the science-related is described in detail and the demands on students regarding this subject are emphasized. To determine inclusive science education, it is necessary to create concrete approaches specifically for established and typical subject areas of science education. A significant added value to the general science education literature is that the inclusion-related publications describe how the subject of learning can be modified and what additional offerings can be made so that all students can participate in science education with the goal of scientific literacy. The tangible enhancements in this regard give further specificity to the general science education theory and research and give further insight along the Framework for Inclusive Science Education.

Keywords Inclusion · Inclusive pedagogy · Scientific research methods · Qualitative content analysis · Systematic literature review

Einleitung

In der naturwissenschaftsdidaktischen Literatur lassen sich zentrale Themen ausmachen, mit denen sich Naturwissenschaftsdidaktiker*innen vorrangig befassen, z. B. Fachsprache, Schüler*innenvorstellungen, naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden und Konzepte etc. Die Konkretisierung dieser Themen findet z. B. in den Bildungsstandards (KMK 2004a, b, c), bei PISA (OECD 2019) und in naturwissenschaftsdidaktischen Grundlagenwerken (vgl. z. B. Gebhard et al. 2017; Nerdel 2017) statt. Übergeordnet wird das Ziel einer naturwissenschaftlichen Grundbildung in all diesen Publikationen angegeben. Hodson (2014) beispielsweise fasst die Ziele einer naturwissenschaftlichen Grundbildung unter *learning science, learning about science, doing science* und *adressing socio-scientific issues* zusammen.

Alle Schüler*innen sollen diese Ziele einer naturwissenschaftlichen Grundbildung erwerben (Gräber und Nentwig 2002; Millar 2006; Roberts und Bybee 2014; Yacoubian 2018), so dass auch das Ziel der Inklusion und Partizipation genauer bestimmt werden muss. Die Umsetzung von Inklusion zielt darauf ab, die inter- und intrapersonelle Diversität aller Schüler*innen anzuerkennen, Ausgrenzungen und Barrieren zu minimieren, um allen Schüler*innen Partizipation zu ermöglichen (Amor et al. 2019; Booth und Ainscow 2017; Kim et al. 2020). Dabei wird sowohl die

soziale als auch die akademische Partizipation gefördert (Göransson und Nilholm 2014; van Mieghem et al. 2020). Dies beinhaltet die Anerkennung von Unterschieden und Gemeinsamkeiten, um allen Schüler*innen ko-konstruktive Lernprozesse zu ermöglichen (Florian und Spratt 2013; Simon und Gebauer 2014; Stinken-Rösner et al. 2020). Black-Hawkins (2010, S. 32) definiert die Umsetzung von Inklusion entlang von Partizipation und führt diesbezüglich drei Bereiche auf: „access as being able to be there, collaboration as learning together and diversity as the recognition and acceptance“. Die Ansprüche an die Umsetzung inklusiven Unterrichts sind nicht nur klar formuliert, sondern bereits auch in etablierten Frameworks systematisiert worden (Black-Hawkins 2010; Booth und Ainscow 2017; European Agency 2017; Florian 2014; Schurig et al. 2020; Soukakou 2016), allerdings ohne konkreten Fachbezug.

Es erscheint für Forschende und Lehrpersonen herausfordernd, Inklusion fachbezogen auszugestalten, d. h. Inklusion mit naturwissenschaftlichen Aspekten zu verknüpfen, so dass konkretisiert wird, wie die naturwissenschaftlichen Ziele für alle Lernenden erreichbar sind (Brauns und Abels 2020). Zudem wird nicht deutlich, wie z. B. naturwissenschaftliche Konzepte, Experimente, Phänomene etc., die zentrale Elemente des naturwissenschaftlichen Unterrichts sind, für alle zugänglich gestaltet werden können. Dies liegt nicht zuletzt an wenig handlungsleitenden Definitionen inklusiven (naturwissenschaftlichen) Unterrichts. Auch in der

Abb. 1 Hauptkategorien des KinUs

1. Naturw. Lernorte inklusiv gestalten	2. Sicherheit für den inklusiven Unterricht adaptieren	3. Diagnostizieren naturw. Spezifika (inklusive gestalten)	4. Naturw. Konzepte inklusiv vermitteln	5. Naturw. Kontexte inklusiv gestalten
16. Verstehen von Nature of Science inklusiv vermitteln	Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht KinU 1.0			6. Entwicklung von naturw. Fachsprache inklusiv vermitteln
15. Naturw. Datenauswertung und Ergebnisdarstellung inklusiv gestalten				7. Forschendes Lernen inklusiv gestalten
14. Entwicklung von naturw. Schüler*innenvorstellungen inklusiv ermöglichen				8. Naturw. Phänomene inklusiv vermitteln
13. Anwendung naturw. Untersuchungsmethoden inklusiv gestalten				9. Naturw. Modelle inklusiv vermitteln
	12. Naturw. Dokumentieren inklusiv gestalten	11. Naturw. Informationsmedien inklusiv gestalten	10. Aufstellen von Hypothesen und naturw. Fragestellungen inklusiv gestalten	

Definition des DFG geförderten Netzwerks inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (NinU), in dem Naturwissenschaftsdidaktiker*innen und Sonderpädagog*innen die folgende Definition für ein weites Verständnis von Inklusion in Bezug auf den naturwissenschaftlichen Unterricht aufgestellt haben, zeigt sich ein Konkretisierungsbedarf:

Naturwissenschaftlicher Unterricht trägt zu gelungener Inklusion bei, indem er allen Lernenden – unter Wertschätzung ihrer Diversität und ihrer jeweiligen Lernvoraussetzungen – die Partizipation an individualisierten und gemeinschaftlichen fachspezifischen Lehr-Lern-Prozessen zur Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung ermöglicht. (Menthe et al. 2017, S. 801)

Das „Fachspezifische“ muss nach unserer Erfahrung konkretisiert werden, um Leitlinien bieten zu können, wie ein bestimmtes Unterrichtsfach inklusiv gestaltet werden kann. Bei der Verknüpfung der inklusiven und naturwissenschaftlichen Perspektive bleibt das Fachliche jedoch häufig implizit (Brauns und Abels 2020; Stinken-Rösner et al. 2020). Mit dem eigens entwickelten Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU) kann die Verbindung von Inklusion und naturwissenschaftlichem Unterricht insofern konkretisiert werden, als dass mit einem systematischen Review Kategorien aus der Literatur induktiv mittels Qualitativer Inhaltsanalyse abgeleitet wurden, die die oben angeführten naturwissenschaftlichen Themen aufgreifen und Hinweise zu deren inklusiven Umsetzung bieten (Brauns und Abels 2020).¹ Dabei hat sich gezeigt, dass es essentiell ist, von naturwissenschaftlichen Aspekten auszugehen, um einen stärkeren Bezug zum naturwissenschaftlichen Unterricht zu erhalten. Das KinU ist nicht nur ein

Kategoriensystem, welches zur Analyse inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts angewendet werden kann, sondern auch zur Planung und Reflexion desselbigen.

Immer wieder taucht in diesem Zusammenhang die Frage auf, was das Neue und der Mehrwert des Inklusionsbezugs in der Naturwissenschaftsdidaktik als etablierte Fachdidaktik sei (Musenberg und Riegert 2015; Rödler 2018). Durch die Erstellung des KinUs ist es möglich geworden, die Erkenntnisse aus der naturwissenschaftsdidaktischen Theorie und Empirie ohne Inklusionsbezug mit den Ergebnissen aus dem systematischen Literaturreview zur Theorie und Forschung mit Inklusionsbezug zu vergleichen. Dieser Vergleich wird in diesem Beitrag exemplarisch an naturwissenschaftlichen Untersuchungsmethoden (NU) durchgeführt, die eine der 16 Hauptkategorien des KinUs darstellen (Abb. 1).

NU nehmen im naturwissenschaftlichen Unterricht einen beträchtlichen Raum bzw. eine besondere Bedeutung ein, sodass teilweise der gesamte Unterrichtsverlauf von ihnen abhängig ist (Parchmann und Ralle 2020; Schecker 2020; Tesch und Duit 2004). Nicht nur allgemein im naturwissenschaftlichen Unterricht, sondern auch in der Literatur zum Bereich des inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts nimmt die Thematisierung und Beforschung von NU einen Schwerpunkt ein. Bestätigt wird dies durch die deskriptive Statistik zum systematischen Literaturreview, das im Rahmen des BMBF Projekts Nawi-In (Naturwissenschaftlichen Unterricht inklusiv gestalten) durchgeführt wurde. Von den 16 identifizierten naturwissenschaftlichen Aspekten (Abb. 1) stellen die NU mit insgesamt $n = 126$ Kategorien die umfassendste Hauptkategorie dar (Brauns und Abels 2020). Dieses Ergebnis deutet entweder auf die Relevanz von NU für inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht hin oder auf die vielfältigen, evtl. auch relativ einfach umsetzbaren Möglichkeiten inklusiver Unterrichts-

¹ Das komplette KinU ist unter www.leuphana.de/inclusive-science-education veröffentlicht.

gestaltung in diesem Bereich (Adl-Amini und Hardy 2017; Baumann et al. 2018; Brauns und Abels 2020).

Konkret ergeben sich für die inklusive Umsetzung NU spezielle Potenziale und Herausforderungen dadurch, dass bestimmte Fähigkeiten und Fertigkeiten von Schüler*innen verlangt werden (Mujtaba et al. 2020). Zu den Potenzialen NU in heterogenen Lerngruppen zählt z. B., dass deren Einsatz handelnd und mit allen Sinnen, mit verschiedenen Arbeits- und Sozialformen und motivierend gestaltet umgesetzt werden kann (Baumann et al. 2018; McGrath und Hughes 2018; Menthe und Hoffmann 2015; Rott und Marohn 2018). Brackertz et al. (2018) zählen zusätzlich Binnendifferenzierungsmöglichkeiten, Entwicklung von Kreativität, Förderung motorischer Fähigkeiten u. a. auf. Weitere Chancen zur Partizipation aller Lernenden liegen darin, dass wenig textlastig an einem Gemeinsamen Gegenstand auf unterschiedlichen Anforderungsniveaus gearbeitet werden kann (Menthe und Hoffmann 2015). Zusammenfassend haben Pawlak und Gross (2020) in ihrer Interviewstudie die folgenden sechs Chancen und Möglichkeiten des gemeinsamen Experimentierens im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht identifizieren können: Wecken von Motivation und Interesse, Diagnosemöglichkeiten, Differenzierungsmöglichkeiten, Förderung des kooperativen Lernens, Förderung emotionaler, sozialer und psychomotorischer Fähigkeiten, Ermöglichen von Schüler*in-Lehrer*in-Interaktion. Außerdem kann die Lehrperson in diesen Phasen produktiv in die individuelle Lernbegleitung gehen, die Kompetenzen der Schüler*innen beobachten, um daraus Schlussfolgerungen für die weitere Gestaltung zu ziehen (Abels 2015). Das Arbeiten mit NU ist häufig phänomenorientiert, wodurch die Komplexität (im Vergleich zur submikroskopischen, abstrakten Ebene) reduziert werden kann (Johnstone 2000).

Barrieren können dagegen z. B. in Hinblick auf die Sicherheit oder die Fachsprache entstehen oder dadurch, dass die Anwendung NU von den Schüler*innen eine besondere Aufmerksamkeit und Sorgfalt fordert (Menthe und Hoffmann 2015; Nehring et al. 2017; Rau-Patschke 2019; Rüschenpöhler und Markic 2020). Weitere Barrieren können u. a. auch im Bereich der motorischen und sozialen Anforderungen liegen, da das praktische Arbeiten aufgrund des verfügbaren Materials häufig aktive Arbeit in Kleingruppen erfordert (Affeldt et al. 2018; Baumann et al. 2018). Als Herausforderungen des gemeinsamen Experimentierens im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht führen Pawlak und Gross (2020) in ihrer Studie zusammenfassend fachspezifische Verständnisschwierigkeiten, Sicherheit, intensive Vorbereitung, schulische Rahmenbedingungen, Classroom-Management, Einstellungen der Lehrkräfte und besondere Schüler*innenvoraussetzungen auf.

Inwieweit sich die Implikationen aus der Literatur zur Umsetzung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts

mit den Erkenntnissen aus der naturwissenschaftsdidaktischen Theorie und Empirie ohne Inklusionsbezug überschneiden oder diese ergänzen, wird im Folgenden exemplarisch an den NU gezeigt. In diesem Beitrag werden folglich die Ergebnisse aus dem KinU anhand des eben genannten Beispiels diskutiert. Ein wesentliches Gütekriterium qualitativer Forschung liegt in der methodischen Nachvollziehbarkeit, die erreicht wird, indem einzelne Schritte zum Vorgehen umfassend dargestellt werden. Da das Vorgehen jedoch extrem umfangreich war, sind sowohl die methodischen Schritte, die methodische Diskussion und auch das KinU in seiner vollen Länge in Brauns und Abels (2020) veröffentlicht. Das methodische Vorgehen wird hier nur zusammenfassend dargestellt und der Fokus auf die inhaltliche Diskussion zuvor unveröffentlichter Ergebnisse gesetzt. Das KinU ist so trotzdem in vollem Umfang zugänglich und als zitierfähige Grundlage in Lehre und Forschung vollständig und flexibel verwendbar.

Inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht

Im KinU werden Aspekte inklusiv naturwissenschaftlichen Unterrichts systematisch abgebildet. Durch den naturwissenschaftlichen Bezug wird der Inklusionsbegriff erweitert und fachlich konkretisiert: „The notion of ‚science for all‘ suggests that all students – irrespective of achievement and ability – should engage in opportunities to understand the practice and discourse of science“ (Villanueva und Hand 2011, S. 233). Damit alle Schüler*innen an der naturwissenschaftlichen Praxis und den Diskursen partizipieren können, ist es notwendig, dass Lehrkräfte dafür unterschiedliche Zugänge ermöglichen (Baumann et al. 2018; Brauns und Abels 2020). Zudem sollen auch die individuellen fachbezogenen und -übergreifenden Potenziale der Schüler*innen erkannt und gezielt durch den naturwissenschaftlichen Unterricht gefördert werden (Abels und Brauns 2020; Fränkel 2019; Kiso und Lagies 2019). Damit Schüler*innen ihre Potenziale in den Naturwissenschaften entfalten können, sind die Ziele des naturwissenschaftlichen Unterrichts, die eingangs mit Bezug zu Hodson (2014) dargestellt wurden, zugänglich bzw. inklusiv zu gestalten.

Bezogen auf das Ziel *learning science* werden in der Literatur Vorschläge gemacht, wie naturwissenschaftliche Konzepte oder Schüler*innenvorstellungen inklusiv entwickelt werden können (Abels 2019a; Koehler und Wild 2019; Teke und Sozbilir 2019). Zu naturwissenschaftlichen Konzepten können beispielsweise durch Zeichnungen oder Concept-Cartoons visuelle Zugänge geschaffen werden (Busch und Ralle 2013; Kaiser und Seitz 2017). Zudem bieten sich taktile Zugänge über 3D-Darstellungen von Molekülen und Graphen oder Diagrammen an, die Schü-

ler*innen erstasten können (Kaiser und Seitz 2017; Teke und Sozbilir 2019). Es ist aber auch möglich, die Entwicklung naturwissenschaftlicher Konzepte durch Experimente, Forschendes Lernen oder auch spielerisch zu ermöglichen, wobei die Schüler*innen zwischen verschiedenen Repräsentationen wechseln müssen (Puddu 2017). Als digitale Zugänge können naturwissenschaftliche Konzepte über Simulationen (Schmitt-Sody und Kometz 2011) oder auch über Sendungen (z. B. „Wissen macht Ah!“) und Hörbücher (z. B. „Löwenzahn“) vermittelt werden (Werther 2019). Als kommunikative Zugänge können Lehrkräfte Phänomene mündlich Einzelpersonen oder Kleingruppen erklären oder naturwissenschaftliche Konzepte im Klassenrat diskutieren lassen (Rau-Patschke 2019). In der Lernbegleitung können Lehrkräfte im strukturierten Dialog Impulse zur Entwicklung naturwissenschaftlicher Konzepte geben (Adl-Amini und Hardy 2017; Marino 2010) oder auch in *teacher-supported groups* Schüler*innen gezielt eine intensivere Lernbegleitung zur Entwicklung naturwissenschaftlicher Konzepte anbieten (Hainsworth 2012; Meskill und Oliveira 2019). Zudem können naturwissenschaftliche Konzepte auf unterschiedlichen Abstraktionsgraden von der Phänomenebene bis zu abstrakten Konzepten vermittelt werden (Abels 2019a; Vidueira Ferreira und Lawrie 2019; Freedberg et al. 2019; Menthe et al. 2015).

Im Gegensatz zu der inklusiven Vermittlung naturwissenschaftlicher Konzepte werden in der Literatur zur Entwicklung von Schüler*innenvorstellungen beträchtlich weniger Vorschläge zur inklusiven Gestaltung aufgeführt (Brauns und Abels 2020). Beiträge zur Beforschung von Schüler*innenvorstellungen im inklusiven Kontext werden z. B. durch das Choice²explore Projekt gegeben (Rott und Marohn 2018). Alle Schüler*innen haben heterogene Vorstellungen zu Phänomenen, wobei Schüler*innen mit und ohne Unterstützungsbedarf ähnliche oder auch gleiche Vorstellungen entwickeln (Rott und Marohn 2016). Mit ihrer Unterrichtskonzeption zeigen Rott et al. (2017) außerdem, wie mit Visualisierungen, Modellen und handlungsbasierten Zugängen die Schüler*innen Vorstellungen hin zu fachlich anschlussfähigen Erklärungen entwickeln und dabei einen Teilchenbegriff verwenden. Weitere Möglichkeiten Schüler*innenvorstellungen im inklusiven Kontext zu entwickeln, sind: kommunikativ im Dialog (Brendel et al. 2019), reflektierend durch das Gegenüberstellen mit der fachlichen Perspektive (Brauer et al. 2017) oder auch differenziert auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen (Adl-Amini und Hardy 2017; Menthe und Hoffmann 2015).

In Anlehnung an das Ziel *learning about science* (Hodson 2014) werden in der Literatur Möglichkeiten aufgeführt, das Verstehen von *Nature of Science* inklusiv zu vermitteln. Um das Verstehen von *Nature of Science* zu entwickeln, können neben materialgeleiteten Zugängen wie Visualisierungen und Strukturierungen auch handlungsbasier-

te oder digitale Zugänge ermöglicht werden (Adesokan und Reiners 2015; Bodzin et al. 2007; Mumba et al. 2015; Puddu 2017). Als Lernbegleitung können Lehrkräfte das Verstehen von *Nature of Science* durch offene Dialoge, Fragen und Feedback ermöglichen (Bodzin et al. 2007; de Carvalho 2016; Mulvey et al. 2016). Besonders reflektierende Zugänge sind bedeutend für den inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht, wenn zwischen unterschiedlichen Kulturen und Weltanschauungen vermittelt wird (de Carvalho 2016). Dabei bietet es sich an, verschiedene naturwissenschaftliche und kulturelle Weltansichten rücksichtsvoll zu thematisieren, miteinander in Beziehung zu setzen und deren Bedeutung für das Leben zu reflektieren (de Carvalho 2016).

In Bezug auf das Ziel *doing science* (Hodson 2014) stehen in der Literatur vor allem das inklusive Gestalten Forschenden Lernens und naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden sowie des Auswertens und Validierens von Daten im Fokus (Brauns und Abels 2020). Welche Chancen sich für die inklusive Gestaltung naturwissenschaftlichen Unterrichts durch Forschendes Lernen ergeben, haben Hofer et al. (2018) in Gruppendiskussionen mit Lehrkräften herausgearbeitet. Dazu führen sie beispielsweise die anregende Lernumgebung des Forschenden Lernens, das praktische Arbeiten und die Möglichkeit der Gruppenarbeit sowie Möglichkeit zur offenen Gestaltung an. Für die mehr oder weniger offene bzw. strukturierte Gestaltung bieten sich die Level des Forschenden Lernens an (Abels et al. 2020; Blanchard et al. 2010; Puddu 2017). Mehr oder weniger offen werden dabei das Aufstellen von Fragestellungen und Hypothesen, das Planen und Durchführen von Datenerhebungen sowie das Auswerten von Daten, Interpretieren und Diskutieren von Ergebnissen gestaltet. Durch Abbildungen des Forschungszyklus des Forschenden Lernens sowie Wiederholungen dazu kann das methodische Vorgehen für die Schüler*innen strukturiert werden (Puddu 2017). Weitere Zugänge zum Forschenden Lernen können kommunikativ (z. B. durch Gruppenarbeiten, Lernbegleitung), materialgeleitet (z. B. durch Tippkarten, Materialtische) oder über eine konstruktive Lernatmosphäre (z. B. durch Motivation, Flexibilität) gestaltet werden (Abels et al. 2020). Nicht nur das Forschende Lernen selbst kann inklusiv gestaltet werden, sondern auch Experimentierphasen können über den Ansatz des Forschenden Lernens zugänglich gemacht werden (Abels 2016; Brackertz et al. 2018). Experimente in den inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht zu implementieren, bietet vielfältige Differenzierungsmöglichkeiten, um die Schüler*innen in den Lernprozess einzubinden (Baumann et al. 2018). Die Differenzierung des Experimentierens kann beispielsweise durch unterschiedliche Offenheitsgrade (Pötter 2017) oder Anforderungsniveaus (Affeldt et al. 2018; Schmitt-Sody et al. 2015) umgesetzt werden. Dazu bieten sich

Experimentiersettings durch ihren kollaborierenden Charakter an, wobei Schüler*innen die Interaktionen mit ihren Peers als unterstützend empfinden (McGrath und Hughes 2018). Zudem kann in Experimentierphasen die Lehrkraft die Schüler*innen gezielt als Lernbegleitung unterstützen (Baumann et al. 2016; Bodzin et al. 2007). Diese kann auch im multiprofessionellen Team umgesetzt werden (Nehring et al. 2017; Rosenblum et al. 2019; Teke und Sozbilir 2019).

Bevor weitere Hinweise zur inklusiven Umsetzung von Experimentiersettings und anderen Elementen des naturwissenschaftlichen Unterrichts gegeben werden, werden die naturwissenschaftlichen Untersuchungsmethoden (NU) fachdidaktisch konkretisiert.

Naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden – begriffliche Klärung ohne Inklusionsbezug

NU werden unter verschiedene Synonyme gefasst, wie z. B. unter den Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung, prozedurales Wissen, naturwissenschaftliche (Denk- und) Arbeitsweisen, Prozesse naturwissenschaftlichen Denkens, empirische Erkenntnismethoden usw. (Emden und Baur 2017; Gebhard et al. 2017; Klos et al. 2008; KMK 2004a, b, c; Nehring et al. 2016; Nerdel 2017; OECD 2019). Mit diesen Begriffen werden ganze Prozesse vom Fragenstellen und Hypothesenbilden über das Untersuchen bis hin zum Auswerten von Daten und Darstellen von Ergebnissen beschrieben. Wie die NU als Prozesse in der Literatur dargestellt werden, haben Emden und Baur (2017) sowie Emden und Sumfleth (2016) jeweils aus unterschiedlichen Quellen systematisch abgeleitet. Im Wesentlichen bestehen dabei die NU aus der hypothesengeleiteten Planung, der Durchführung und der Auswertung. Die schematische Auflistung zeigt aber auch, dass das Experiment an sich teilweise explizit unter der Durchführung aufgeführt wird.

Folglich werden als NU die folgenden *Aktionen* definiert (kein Anspruch auf Vollständigkeit): Formulieren von Fragestellungen und Hypothesen, Planen von Untersuchungen, Betrachten, Beobachten, Sammeln (von Daten), Ordnen, Vergleichen, präzises Aufnehmen von Daten, Untersuchen, Messen, Analysieren der Messwerte, Aufbauen und Durchführen von Experimenten, Verändern und Kontrollieren von (un)abhängigen Variablen, Verwenden von Instrumenten und Mikroskopieren (KMK 2004a, b, c; Nerdel 2017; OECD 2019). Durch die Anwendung und Reflexion sollen die NU nicht nur von den Schüler*innen verstanden werden (Gebhard et al. 2017), sondern auch Messunsicherheiten und -fehler minimiert werden (OECD 2019). In den KMK Standards (KMK 2004a, b, c) werden weitere Elemente aufgeführt (z. B. das Nutzen von Modellen und das

Dokumentieren), die im KinU eigene Hauptkategorien bilden (s. Abb. 1).

Für NU werden zudem diverse *Ausführungsformen* beschrieben. NU können demonstriert oder von den Schüler*innen selbst angewendet werden, an Stationen, als Real- oder Gedankenexperimente, mit verschiedenen Substanzmengen, die vom Makro- bis Mikromaßstab reichen, und in unterschiedlichen Sozialformen (in der Gruppe, mit Partner*in, einzeln) arbeitsteilig oder arbeitsgleich durchgeführt werden (Tesch und Duit 2004). Das Untersuchungsdesign kann unterschiedlich festgelegt werden (z. B. qualitativ oder quantitativ, induktiv oder deduktiv, kriteriengeleitet, kontrolliert usw.) (Nerdel 2017; Wellnitz und Mayer 2008). Alltagsgeräte oder naturwissenschaftliche Apparate können verwendet werden. Für den Bereich des Planens und Durchführens von Untersuchungen konnte Baur (2018) zeigen, dass Schüler*innen häufig nur einen Experimentieransatz durchführten, d. h. keine Kontroll- oder Vergleichsansätze anwendeten. Zudem probierten die Schüler*innen eher aus, als dass sie wissenschaftlich vorgingen, gingen bei unerwarteten Ergebnissen von Fehlern in der Durchführung aus und variierten zu viele Variablen, sodass keine Schlussfolgerungen gezogen werden konnten (Baur 2018; Erb und Bolte 2015).

In der fachdidaktischen Theorie werden den NU verschiedene *Funktionen* zugeschrieben. Dazu gehört beispielsweise einen kognitiven Konflikt auszulösen, Lösungsvorschläge zu überprüfen, Gesetzmäßigkeiten zu erkennen, Spezialfälle aufzuzeigen, technische Verfahren zu simulieren, verschiedene Methoden zu diskutieren, Unterrichtsergebnisse festzuhalten, Phänomene zu zeigen, nachhaltige Eindrücke vor zu vermitteln, Fachwissen zu konkretisieren, naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen zu vertiefen, naturwissenschaftliche Vorstellungen zu entwickeln und zu überprüfen sowie Lernprozesse zu evaluieren (Reiners 2017).

Ein wesentlicher Fokus in der fachdidaktischen Literatur und Forschung liegt auf der *experimentellen Kompetenz*. Vorholzer et al. (2016) haben bei der Entwicklung eines Testinstruments zur Erfassung des Verständnisses experimenteller Denk- und Arbeitsweisen jeweils Fähigkeiten (z. B. Experimenten passende Fragestellungen/Hypothesen zuordnen, Kontrollvariablen identifizieren usw.) und Konzepte (z. B. „Eine Untersuchung muss so geplant werden, dass die Fragestellung bzw. die dazugehörige Hypothese/Vermutung damit verifiziert oder falsifiziert werden kann“ (Vorholzer et al. 2016, S. 29)) formuliert. Zudem wurden (Niveau-)Stufen experimenteller Kompetenz sowohl von Nawrath et al. (2011) als auch von Schecker et al. (2016) definiert. Letztere haben mit der empirischen Anwendung der Stufen experimenteller Kompetenz gezeigt, dass nur noch 20 % der Schüler*innen Stufe IV von insgesamt fünf Stufen erreichen. Nehring et al. (2016) haben in einer Vi-

deostudie neun Teilkompetenzen des Kompetenzbereichs ‚Erkenntnisgewinnung‘ untersucht. Mit ihrer Studie zeigen sie, dass Lehrkräfte nur für zwei Teilkompetenzen Anwendungsmöglichkeiten bieten, wenngleich mit der Implementierung NU im Unterricht die Anwendung verschiedener Kompetenzen ermöglicht werden könnte. Diese zwei sind das Beobachten/Vergleichen/Ordnen (1) der Planung und Durchführung sowie (2) der Auswertung und Reflexion.

Streller et al. (2019) haben sieben Dimensionen *offenen Experimentierens* von Priemer (2011) weiterentwickelt, z. B. Aufbau und Durchführung von Experimenten, die im Grad der selbstständigen Durchführung zunehmen. Im Unterricht können die Schüler*innen schrittweise an eine offenere Gestaltung der NU herangeführt werden. Stolz und Erb (2012) haben die Auswirkungen offenen Experimentierens auf den Lernerfolg und die Motivation untersucht und dabei festgestellt, dass es keine signifikanten Unterschiede beim Wissenszuwachs der Schüler*innen zwischen der offenen und der geleiteten Lernumgebung gab. Zudem zeigen ihre Ergebnisse, dass die Schüler*innen in der geleiteten Lernumgebung motivierter waren als die Schüler*innen mit der offenen Lernumgebung. Bei Hartinger (2006) zeigen konträre Ergebnisse, dass es keinen Zusammenhang zwischen der Öffnung des Unterrichts und des Interesses gibt, aber auch, dass sowohl bei einer geringen als auch bei einer hohen Öffnung des Unterrichts ein hohes Selbstbestimmungsempfinden der Schüler*innen zu einem überdurchschnittlichen Interesse führt.

Methodisches Vorgehen zur Erstellung des KinUs

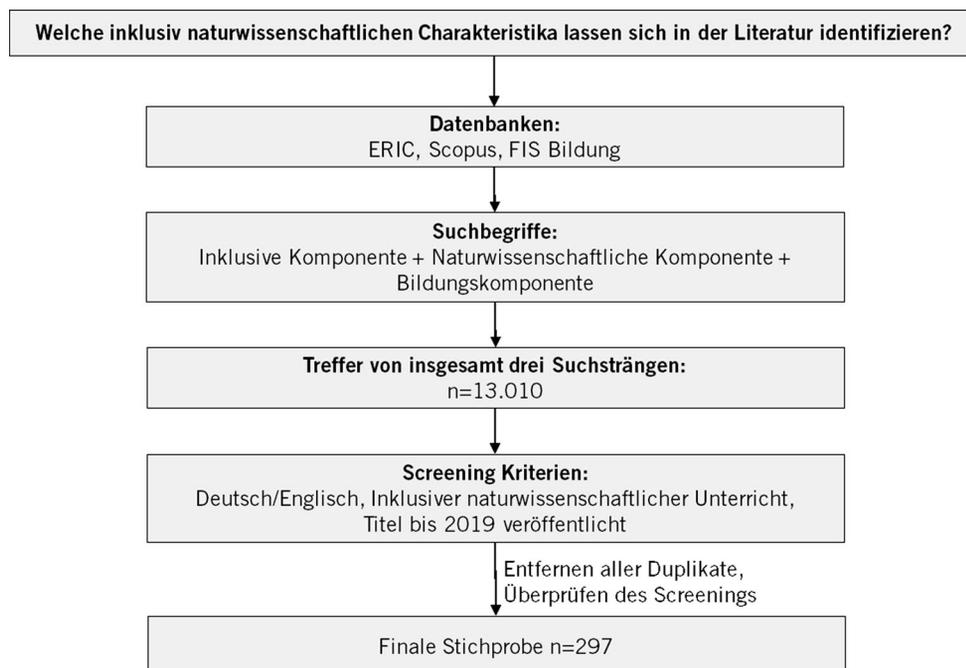
Um vergleichen zu können, welche Aspekte aus der naturwissenschaftsdidaktischen Literatur mit und ohne Inklusionsbezug sich überschneiden und voneinander abgrenzen lassen, wird die Hauptkategorie des KinUs *Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden inklusiv gestalten* herangezogen. Wie eingangs beschrieben, wurde das methodische Vorgehen wegen dessen Umfanglichkeit in Brauns und Abels (2020) als Working Paper komplett abgebildet. Zur Nachvollziehbarkeit der zuvor unveröffentlichten inhaltlichen Diskussion in diesem Beitrag wird das methodische Vorgehen im Folgenden zusammengefasst und mit Beispielen aus der Hauptkategorie dargestellt.

Zur Beantwortung der Forschungsfrage, welche inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika sich in der Literatur identifizieren lassen, wurde ein systematisches Literaturreview (SLR) nach Fink (2009) zur Datenerhebung durchgeführt. Die Datenauswertung fand mittels Qualitativer Inhaltsanalyse via fokussierter Zusammenfassung nach Kuckartz (2018) statt.

Datenerhebung

Zur bestmöglichen Nachvollziehbarkeit des SLR sollte das methodische Vorgehen offengelegt und systematisch gestaltet werden. Alle Schritte des SLRs gehen von der Forschungsfrage aus und werden auch im laufenden Prozess immer wieder auf diese Frage bezogen (Abb. 2; Details, die

Abb. 2 Zusammengefasstes Suchvorgehen beim SLR



hier nicht dargestellt werden können, finden sich in Brauns und Abels 2020).

Unsere Literatursuche wurde in der deutschen Datenbank FIS Bildung sowie in den internationalen Datenbanken ERIC und scopus durchgeführt, da diese Datenbanken jeweils einschlägig für bildungswissenschaftliche und fachdidaktische Publikationen sind. Für die Recherche wurden jeweils an die Datenbanken angepasste Suchstränge genutzt, die jeweils aus einer inklusiven, naturwissenschaftlichen und bildungsbezogenen Komponente bestehen (Beispiele für Suchstränge: "Inklus* natur* Unterricht", "Heterogen* Sachunterricht", "(inclusion OR inclusive OR heterogeneity OR heterogeneous OR integration OR integrative OR exclusion OR exclusive) AND (science OR chemistry OR biology OR physics) AND education").

Die Screening Kriterien wurden im Vorfeld festgelegt und waren an die Forschungsfrage angepasst, um die umfangreiche Datenmenge gezielt eingrenzen zu können. Es wurden lediglich deutsch- und englischsprachige Beiträge einbezogen, die sich explizit auf inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht beziehen. Dieses Kriterium schließt ein, dass der inklusiv naturwissenschaftliche Unterricht sich z. B. auf die Unterrichtspraxis, auf Unterrichtskonzeptionen oder auch die Lehrkräfteaus- und -fortbildung beziehen kann. Bei unserem Fokus von Inklusion geht es um Schüler*innen, die durch ein spezielles Lehrkräftehandeln am naturwissenschaftlichen Unterricht partizipieren können. Ausgeschlossen wurden Beiträge, bei denen es bspw. um die Inklusion von Studierenden an der Universität ging oder wenn explizit andere Schulformen als die der Primar- und Sekundarstufe I (z. B. gymnasiale Oberstufe) thematisiert wurden, da der Fokus im Nawi-In Projekt auf der Beforschung von angehenden Lehrpersonen für die Primar- und Sekundarstufe I liegt. Es wurden alle Beiträge, die bis einschließlich 2019 veröffentlicht wurden, berücksichtigt. Bezüglich der Ausrichtung der Publikationen (theoretisch, praxisbezogen, empirisch) gab es keine Einschränkungen. Der Grund hierfür liegt in der Literatur zum inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht, die noch zu 53,9% der gesamten Stichprobe ($n=297$) theoretisch-konzeptionell aufgebaut ist (Brauns und Abels 2020).

Nach der Anwendung der Screening Kriterien wurden aus der Stichprobe vorhandene Duplikate entfernt und die

Stichprobe in einem Reviewverfahren noch einmal überprüft (Brauns und Abels 2020). Zu diesem Verfahren haben Expert*innen aus dem Netzwerk inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (NinU) sowie Mitarbeitende aus dem Nawi-In Projekt und andere Kolleg*innen mit Spezialisierung auf Naturwissenschaftsdidaktik und Inklusion beigetragen. Schließlich wurde eine finale Stichprobe mit $n=297$ Beiträgen mit dem SLR erzeugt (Brauns und Abels 2020).

Datenauswertung

Mithilfe der Qualitativen Inhaltsanalyse via fokussierter Zusammenfassung (Kuckartz 2018) wurden aus der Literatur der finalen Stichprobe die Charakteristika inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts in Form von Kategorien induktiv abgeleitet (vgl. Brauns und Abels 2020). Um den Codierprozess nachvollziehbar zu gestalten, wurden die zu analysierenden Einheiten festgelegt (Kuckartz 2018). Es wurde die komplette Stichprobe in alphabetischer Reihenfolge nach den Jahren, beginnend mit 2019, codiert. Die einzelnen Arbeiten der Stichprobe wurden jeweils komplett ohne Methodenteile codiert. Codiert wurden Sinneinheiten, die mindestens einen Halbsatz und höchstens einen vollständigen Absatz bildeten. Wenn wie hier mit QDA-Software gearbeitet wird, ist darauf zu achten, dass Segmente auch separat des Textes noch verständlich und interpretierbar sind (Kuckartz 2018). Wurden in einem Satz oder bei einer Aufzählung mehrere Inhalte thematisiert und der Sinn dieser Inhalte war nur im Zusammenhang des kompletten Satzes oder Absatzes verständlich, waren Mehrfachcodierungen einzelner Segmente möglich. Auf diese Weise wurde der Sinn bzw. der Inhalt nicht verfälscht. Die markierten Textstellen wurden entsprechend der verwendeten MAXQDA Software (Version 20.0.7) Codings genannt.

Von den Codings wurden im weiteren Vorgehen Paraphrasen abgeleitet. Kuckartz (2018) empfiehlt, zunächst mit inhaltlichen Zusammenfassungen zu arbeiten, um den Prozess der Paraphrasierung nachvollziehbar zu gestalten und die Kategorien möglichst eng von den verwendeten Terminologien und Begriffen in den Texten ableiten zu können. Bei uns hat sich dieses Vorgehen als besonders vorteilhaft gezeigt, da auf diese Weise die jeweiligen Abstraktionsebe-

Tab. 1 Ableitung der Paraphrase eines Codings

Coding	Paraphrase
„Der Geruch der brennenden Kerze, die erhöhte Temperatur in der Nähe der Flamme und der farblose bis graue aufsteigende Wachsdampf können von den Lernenden unmittelbar wahrgenommen werden“ (Baumann et al. 2018, S. 163)	Den Geruch der brennenden Kerze von den Lernenden unmittelbar wahrnehmen lassen (Baumann et al. 2018) Die erhöhte Temperatur in der Nähe der Flamme von den Lernenden unmittelbar wahrnehmen lassen (Baumann et al. 2018) Den farblosen bis grau aufsteigenden Wachsdampf von den Lernenden unmittelbar wahrnehmen lassen (Baumann et al. 2018)

Hervorhebung: Kursiv bedeutet, dass das Coding einer empirischen Quelle entstammt

Tab. 2 Clustern der Paraphrasen und Erstellung einer Kategorie**Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden als Lernbegleitung ermöglichen**

Assisting inclusive students with coaching for conducting laboratory experiments (Bodzin et al. 2007); Selbstständiges Experimentieren begleiten (Muth und Erb 2019); Beim Experimentieren eine leitende, beratende Funktion einnehmen (Baumann et al. 2016)

Hervorhebung: *empirische Quelle*

Hinweis: Die Literaturliste zu den aus dem KinU übertragenden Quellnachweisen befindet sich in Brauns und Abels (2020)

nen des Originaltextes nicht verfälscht wurden. Je nachdem wie konkret eine Textstelle in der Literatur formuliert war, wurde auch die aus dem Coding abgeleitete Paraphrase auf der gleichen Abstraktionsebene formuliert (Tab. 1; Brauns und Abels 2020).

Das Codingbeispiel in Tab. 1 zeigt, wie aus einem codierten Satz verschiedene Paraphrasen gebildet werden können. In diesem Beispiel geht es im Originaltext um die Beforschung einer Unterrichtseinheit zu Verbrennungen, die für den inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht konzipiert wurde (Baumann et al. 2018). Dabei wurde die Lernumgebung nach den Richtlinien des Universal Designs for Learning (UDL) gestaltet, was bedeutet, dass den Schüler*innen verschiedene Zugänge zu den NU geboten wurden (z. B. „Biete Wahlmöglichkeiten bei der sprachlichen und symbolischen Darstellung von Informationen“, „Ermögliche unterschiedliche motorische Handlungen“, „Biete variable Angebote zum Wecken von Lerninteresse“) (Baumann et al. 2018, S. 162). Das Beispiel in Tab. 1 zeigt ebenfalls, dass die Paraphrasen eng am Wortlaut des Textes gebildet wurden und mindestens aus einem Objekt und einem Infinitiv bestehen. Diese Paraphrasen wurden im weiteren Vorgehen im KinU auf der Subcode-Ebene – der niedrigsten Abstraktionsebene – eingefügt, da sie konkret formuliert sind. Sie geben genaue Handlungshinweise und lassen die Frage der Umsetzung nicht offen.

Im nächsten Schritt wurden die Paraphrasen geclustert (Tab. 2; Brauns und Abels 2020). Dabei wurden sie je nach ihrem Abstraktionsgrad einer der vier Abstraktionsebenen des KinUs zugeordnet von konkret auf der Subcode-Ebene, über die Code-Ebene, Subkategorien-Ebene bis hin zur sehr allgemeinen Ebene der Hauptkategorien (Brauns und Abels 2020). Jedes Cluster wurde in einer Überschrift zu-

sammengefasst und jede Überschrift bildete am Ende eine eigene Kategorie des KinUs.

In der Tab. 2 wurden insgesamt drei Paraphrasen geclustert, die sich alle auf die Lehrkraft als Lernbegleitung beziehen. Die Tätigkeiten der Lehrkraft werden mit assistieren, coachen, begleiten, leiten und beraten beschrieben, was in der Überschrift des Clusters als Lernbegleitung zusammengefasst wurde. In Bezug auf das Experimentieren, welches in den Paraphrasen angeführt wird, findet eine Verallgemeinerung statt, indem in der Überschrift des Clusters auf die Anwendung NU abstrahiert wird. Insgesamt erhalten diese drei Paraphrasen (Tab. 2) die Überschrift „Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden als Lernbegleitung ermöglichen“. In dem KinU wird nur noch die Überschrift aufgeführt und bildet dann eine eigenständige Kategorie. Zu der Kategorie werden weiterhin die Quellen zur Nachvollziehbarkeit des Ursprungs aufgeführt. In diesem Fall lässt die Kategorie auf diesem Abstraktionsniveau die Frage offen, auf welche Weise Lehrkräfte die Anwendung NU als Lernbegleitung ermöglichen können. Aus diesem Grund befindet sich diese Kategorie in dem KinU auf der Code-Ebene und nicht auf der Subcode-Ebene. Der Vergleich der Paraphrasen aus Tab. 1 und 2 zeigt, wie auf unterschiedlichen Abstraktionsniveaus die Informationen in der Literatur formuliert sein können. Je nach originalem Abstraktionsniveau wurden die Paraphrasen dann den vier Abstraktionsebenen im KinU zugeordnet.

Nachdem die Kategorien mit den Überschriften der Paraphrasen gebildet wurden, wurden die Paraphrasen aus dem finalen KinU entfernt (Tab. 3). In der Regel konnten die Kategorien so sortiert werden, dass weniger abstrakte Kategorien der nächst höheren Kategorie, die ebenfalls induktiv über Paraphrasen gebildet wurde, zugeordnet werden konn-

Tab. 3 Darstellung der Abstraktionsebenen aus dem KinU (Auszug aus Brauns und Abels 2020, S. 98f.)

Hauptkategorie	Subkategorie	Code	Subcode
13. Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden inklusiv gestalten (Schmitt-Sody und Kometz 2011; Kirch et al. 2007; Muth und Erb 2019; Pawlak und Groß 2019; Pötter 2017; Koehler und Wild 2019; Schroeder und Miller 2019; Teke und Sozbilir 2019; Melle et al. 2017) [...]	13.1 Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden materialgeleitet unterstützen (Kahn et al. 2017; Koehler und Wild 2019; Teke und Sozbilir 2019)	13.1.15 Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden mit Vergrößerungsgeräten ermöglichen (Koehler und Wild 2019)	13.1.15.1 ... mit Lupen (Watson und Johnston 2007) 13.1.15.2 ... mit Kameras an Gelenkarmen (Fantin et al. 2016) 13.1.15.3 ... durch Messgeräte mit vergrößerter Schrift (Koehler und Wild 2019)
	13.2 ...	13.2.1
		13.2.2

Hervorhebung: theoretische Quelle, *empirische Quelle*

Hinweis: Die Literaturliste zu den aus dem KinU übertragenden Quellnachweisen befindet sich in Brauns und Abels (2020)

ten. In wenigen Fällen wurde anhand der weniger abstrakten Kategorien eine neue von der Literatur unabhängige abstraktere Kategorie formuliert, um in jeder Hauptkategorie alle Subkategorien zu systematisieren.

In dem Auszug aus dem KinU (Tab. 3) zeigt sich ebenfalls eine Besonderheit der Subcode-Ebene. Auf dieser Ebene wurden die Kategorien mit drei Punkten und einem Modaladverbial formuliert. Diese gekürzte Form der Subcodes trägt zur besseren Übersicht und Lesbarkeit bei. Beim Ausformulieren wird der Code den Subcodes jeweils vorangestellt.

Schon während des Prozesses der Erstellung des KinUs wurden die Teilschritte mit einer zweiten forschenden Person überprüft. Von dem klassischen Vorgehen zur Überprüfung der Güte bei der Qualitativen Inhaltsanalyse rät Kuckartz (2018, S. 72f.) an dieser Stelle ab, da das Ableiten von Kategorien aus der Literatur als „aktiver Konstruktionsprozess“ beschrieben wird. Vielmehr bietet sich ein argumentativer Ansatz an, wobei alle Formulierungen und Zusammenfassungen durch Feedbackschleifen von Expert*innen und Gruppendiskussionen in Forschungswerkstätten mehrfach überarbeitet wurden (Brauns und Abels 2020; Döring und Bortz 2016). Es war darauf zu achten, dass der Wortlaut auf den konkreten Ebenen, wie vorher beschrieben, so nah wie möglich am Originaltext bleiben sollte. Zudem war auf eine einheitliche Konstruktion der (Sub-)Codes mit Objekt und Infinitiv zu achten. Vor allem wurden Clusterungen, d.h. die Zusammenfassungen der Codes zu Kategorien und im nächsten Schritt zu Hauptkategorien diskutiert, ggf. verworfen und überarbeitet. Um die Vollständigkeit der Hauptkategorien zu überprüfen, wurden die naturwissenschaftlichen Aspekte mit den Zielen der OECD (2019) (s. Einleitung) verglichen. Dieser Vergleich hat eine Übereinstimmung der naturwissenschaftlichen Themen aus dem analysierten Teil der Stichprobe und der Vergleichsliteratur gezeigt.

Ergebnisse

Zum Vergleich der Erkenntnisse aus der Theorie und Empirie ohne Inklusionsbezug und den Ergebnissen aus dem

SLR, die im KinU dargestellt sind, werden diese in den folgenden Tabellen jeweils gegenübergestellt und anschließend diskutiert.

Aktionen

In der inklusiv naturwissenschaftlichen Literatur werden die NU selbst meist nicht spezifisch adressiert (Tab. 4). Der Fokus wird daraufgelegt, wie die NU gestaltet werden können, um auf unterschiedliche Weise den Schüler*innen die Anwendung von NU zu ermöglichen. Dahingegen werden in der theoretischen Literatur ohne Inklusionsbezug die Methoden der NU detailliert unterschieden und in der Empirie der Schwerpunkt auf das Experimentieren gelegt. Während dort aufgeführt wird, dass Geräte und Instrumente eingesetzt werden, werden Vorschläge in der inklusiv naturwissenschaftlichen Literatur gegeben, wie die Geräte modifiziert werden können, damit Schüler*innen diese verwenden können. Dabei werden die Geräte durch verschiedene (Zusatz-)Funktionen differenziert.

Ausführungsformen

In der allgemein naturwissenschaftsdidaktischen Literatur wird das Design NU detailliert beschrieben und z. B. auch, dass verschiedene Mengenmaßstäbe eingesetzt werden können (Tab. 5). Dahingegen wird mit Bezug auf Inklusion vorgeschlagen, die NU zu segmentieren, in Teilen oder mit zusätzlichen Angeboten zu gestalten und Substanzmengen vorzugeben.

Überschneidungen finden sich in dem Angebot verschiedener Sozialformen, dem Einsatz von Alltagsgeräten und der Gestaltung mit Lebensweltbezug wieder. Darüber hinaus werden in der Literatur mit Inklusionsbezug kollaborative Systeme zur Unterstützung aufgeführt, auch die Arbeit in multiprofessionellen Teams, um den Schüler*innen die Anwendung NU zu ermöglichen und hierbei zu unterstützen. Zudem werden verschiedene Kommunikationsmöglichkeiten als Unterstützung, aber auch als Zugang zu den NU aufgeführt. Ergeben sich beispielsweise motorische Barrieren für die Schüler*innen bei den eher handlungsbasierten NU, können beispielsweise auch mündliche

Tab. 4 Gegenüberstellung von Aktionen mit und ohne Inklusionsbezug

Erkenntnisse aus der fachdidaktischen Literatur ohne Inklusionsbezug	Ergebnisse aus dem KinU
<ul style="list-style-type: none"> – Schüler*innen formulieren Fragestellungen und Hypothesen, planen Untersuchungen, betrachten, beobachten, sammeln (Daten), ordnen, vergleichen, untersuchen, messen, analysieren Messwerte, bauen auf, führen durch, verändern und kontrollieren (un-)abhängige Variablen, mikroskopieren, reflektieren. – Schüler*innen verwenden Geräte und Instrumente 	<ul style="list-style-type: none"> – Lehrkräfte bieten verlängerte Geräte an (z. B. verlängerte Okulare beim Mikroskop) (13.1.13), Geräte mit blindenschriftlichen bzw. taktilen Markierungen (z. B. taktile Markierungen auf Messzylindern) (13.1.14), Vergrößerungen oder Vergrößerungsgeräte (z. B. Messgeräte mit vergrößerter Schrift) (13.1.15), Zusatzmaterial für Geräte (z. B. Spiegel zum Ablesen der Bürette) (13.1.17), vibrierende (z. B. vibrierende Thermometer) (13.1.19), höhenadaptierte (z. B. niedrige Kartuschenbrenner) (13.1.21), akustische Geräte (akustische Waagen) (13.1.22)

Tab. 5 Gegenüberstellung von Ausführungsformen mit und ohne Inklusionsbezug

Erkenntnisse aus der fachdidaktischen Literatur ohne Inklusionsbezug	Ergebnisse aus dem KinU
<ul style="list-style-type: none"> – Schüler*innen führen NU qualitativ, quantitativ, induktiv, deduktiv, planmäßig, kriteriengeleitet, systematisch oder kontrolliert, Real- oder Gedankenexperimente durch. – Lehrkräfte setzen NU zur Erarbeitung, Wiederholung, Vertiefung und Kontrolle ein. – Verschiedene Substanzmengen vom Makro- bis Mikromaßstab können eingesetzt werden. – Alltagsgeräte oder naturwissenschaftliche Apparate können verwendet werden. – NU werden demonstriert oder von den Schüler*innen in unterschiedlichen Sozialformen (in der Gruppe, mit Partner*in, einzeln) arbeitsteilig oder arbeitsgleich sowie an Stationen durchgeführt 	<ul style="list-style-type: none"> – Lehrkräfte unterstützen die Anwendung NU durch die Anzahl der NU (z. B. durch die Reduzierung der Anzahl der Experimente) (13.2.6), Hilfsexperimente (13.2.4) oder Teilerperimente (13.2.5). – Lehrkräfte ermöglichen die Anwendung NU mündlich (13.6.1), durch Erklärungen (z. B. zu den Materialien und Geräten oder was beim Anwenden NU geschieht) (13.6.2), mit kollaborativen Hilfesystemen (13.6.4), im Plenum (13.6.6), als Lernbegleitung (z. B. durch anflitzergerichtetes Demonstrieren von NU oder durch Lehrkräfteunterstützte-Gruppen) (13.6.7) oder in multiprofessionellen Teams (13.6.8). – Lehrkräfte ermöglichen die Anwendung NU zieldifferent (z. B. als Erkundungs- oder Entscheidungsexperiment) (13.8.1). – Lehrkräfte ermöglichen die Anwendung NU lebensweltbezogen (13.5.2). – Lehrkräfte unterstützen die Anwendung NU bzgl. der Maßangaben (z. B. durch Bereitstellung passender Mengen) (13.1.9). – Lehrkräfte unterstützen die Anwendung NU mit Alltagsgeräten (z. B. durch Messbecher oder Löffel) (13.1.20). – Lehrkräfte unterstützen die Anwendung NU mit Demoexperimenten (13.2.2), durch Stationsarbeit (z. B. Experimentierecken) (13.2.7), in der Gruppe (z. B. durch Zuteilung bestimmter Aufgaben) (13.6.3) oder als Partner*innenarbeit (13.6.5)

Zugänge als kommunikative Unterstützung gegeben werden. Herausgestellt wird außerdem die Rolle der Lehrkraft, die die Anwendung NU begleitet und auf diese Weise unterstützt. Anstatt wie in der allgemein naturwissenschafts-didaktischen Literatur Problempunkte durch Forschung zu identifizieren, werden in den Publikationen mit Inklusionsbezug Lösungen für den Umgang mit Herausforderungen bei dem Einsatz von NU im Unterricht aufgezeigt. Ein wesentlicher Aspekt ist auch, dass in der Literatur mit Inklusionsbezug legitimiert wird, dass verschiedene Schüler*innen unterschiedliche Ausführungs- bzw. Vorgehensweisen auswählen dürfen.

Funktionen

In der fachdidaktischen Literatur ohne Bezug zu Inklusion werden verschiedene Funktionen von NU detailliert beschrieben (Tab. 6). Dabei wird die Frage beantwortet, was die NU bei Schüler*innen auslösen können und zu welchem Zweck sie eingesetzt werden können. Darauf wird in der inklusiv naturwissenschaftlichen Literatur nicht im Detail eingegangen, sondern betont, dass Schüler*innen bei der Anwendung NU unterschiedliche Ziele verfolgen können. Anstatt NU als Mittel z. B. zur Motivation zu beschrei-

ben, wird in der inklusionsbezogenen Literatur der Frage nachgegangen, wie die NU selbst motivierend gestaltet bzw. Aspekte davon vorvermittelt werden können, um Zugänge zu den NU zu schaffen.

Experimentelle Kompetenz

Sowohl in der Literatur mit als auch ohne Bezug zu Inklusion werden verschiedene Anforderungs- bzw. Kompetenzniveaus für NU beschrieben (Tab. 7). Deutliche Unterschiede ergeben sich in der Darstellung des Umgangs mit den unterschiedlichen Niveaus. Während in der rein naturwissenschafts-didaktischen Literatur Anforderungen an die Schüler*innen gestellt werden und die Niveaustufen zum Beobachten verwendet werden, ob Schüler*innen eine bestimmte Niveaustufe erreichen, wird in der Literatur mit Inklusionsbezug beschrieben, wie unterschiedliche Niveaus angeboten werden, um den Schüler*innen die Anwendung NU zu ermöglichen. Dazu gehört auch, dass Schüler*innen unabhängig des Anforderungsniveaus Hilfen zur Anwendung NU zur Verfügung stehen. Zudem werden in der inklusionsbezogenen Literatur keine Anforderungen gesetzt, sondern dargestellt, welche Unterstützungsmaßnahmen auf den unterschiedlichen Niveaus angeboten werden können.

Tab. 6 Gegenüberstellung von Funktionen mit und ohne Inklusionsbezug

Erkenntnisse aus der fachdidaktischen Literatur ohne Inklusionsbezug	Ergebnisse aus dem KinU
<ul style="list-style-type: none"> – Mit NU werden u. a. kognitive Konflikte ausgelöst, Lösungsvorschläge überprüft, Gesetzmäßigkeiten erkannt, Spezialfälle aufgezeigt, technische Verfahren simuliert, verschiedene Methoden diskutiert, Unterrichtsergebnisse festgehalten, Phänomene gezeigt, Fachwissen konkretisiert, fachspezifische Arbeitsweisen vertieft, historische Methoden nachvollzogen, naturwissenschaftliche Vorstellungen entwickelt und Lernprozesse überprüft. – Mit NU werden Schüler*innen motiviert 	<ul style="list-style-type: none"> – Lehrkräfte ermöglichen die Anwendung NU zieldifferent (13.8.1). – Lehrkräfte ermöglichen die Anwendung NU motivierend (13.11.2). – Lehrkräfte vermitteln NU in Eins-zu-Eins-Betreuung (13.10.1) vor. – Lehrkräfte vermitteln unbekannte Begriffe (13.10.2) für die Anwendung NU vor

Tab. 7 Gegenüberstellung experimenteller Kompetenz mit und ohne Inklusionsbezug

Erkenntnisse aus der fachdidaktischen Literatur ohne Inklusionsbezug	Ergebnisse aus dem KinU
<ul style="list-style-type: none"> – Lehrkräfte fordern und beobachten experimentelle Kompetenz auf drei bis fünf detailliert beschriebenen (Niveau-)Stufen. – Die meisten Schüler*innen erreichen die höheren Niveaus nicht 	<ul style="list-style-type: none"> – Lehrkräfte ermöglichen für die Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden ein 13.8.2 einfaches (z. B. kurze Experimente) und ein 13.8.3 erhöhtes (z. B. zusätzliche Experimente) Anforderungsniveau. – Lehrkräfte bieten Hilfen zur [handlungsorientierten] Durchführung an (13.2.3). – Lehrkräfte ermöglichen die Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden vorwissensbasiert (13.5.1)

Anstatt die gezeigten Kompetenzen der Schüler*innen in Niveaustufen einzuordnen, wird in der Literatur mit Inklusionsbezug betont, dass Schüler*innen oder Lehrkräfte die jeweiligen Schwierigkeitsgrade auswählen können, um den Schüler*innen die Anwendung NU zu ermöglichen.

Offenheit

Die Offenheitsgrade werden in der Literatur mit und ohne Inklusionsbezug ähnlich beschrieben (Tab. 8). Aspekte, wie z. B. eine schrittweise offenere Gestaltung der NU, werden im KinU in der Hauptkategorie zum Forschenden Lernen detaillierter beschrieben. Bei dieser Kategorie wird auch die Gestaltung der Übergänge von einem zum anderen Offenheitsgrad in den Blick genommen, um den Schüler*innen offenere Formen zu ermöglichen. In der allgemein naturwissenschaftsdidaktischen Literatur wurden zwar ähnlich wie beim Forschenden Lernen ganze Zyklen beschrieben, aber hier die Dimensionen, die sich direkt auf die NU bezogen haben (z. B. Planung, Durchführung), losgelöst vom Zyklus betrachtet. Beim Forschenden Lernen im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht wird in der Literatur die Gestaltung der einzelnen Offenheitsgrade umfassender dargestellt. Anstatt z. B. Handlungsschritte lediglich mehr oder weniger vorzugeben, wird ein wesentlicher Fokus auf die Lernbegleitung durch die Lehrkraft gelegt. Für die NU werden in der inklusionsbezogenen naturwissenschaftsdidaktischen Literatur Tippkarten nicht nur zum selbstständigen Anwenden der NU, sondern zur Verfügung gestellt, um die Schüler*innen auf allen Offenheitsgraden zu unterstützen.

Digitalisierung

Ein weiterer Aspekt, der im KinU aufgeführt ist und auch ohne Inklusionsbezug thematisiert wird, ist die Digitalisierung. Im KinU wird beschrieben, dass Lehrkräfte z. B. die Anwendung NU durch digitale Einrichtungen für Geräte (13.1.18), LCD Projektor (13.4.1) oder PCs, Smartphones, Tablets etc. (13.4.2), simulierte online Experimente (13.4.3) und durch sensorische Geräte (13.1.16) ermöglichen. Ähnliche Aspekte werden auch in der naturwissenschaftsdidaktischen Literatur ohne Inklusionsbezug aufgeführt (Schreiber et al. 2014; vgl. Tesch und Duit 2004; Thyssen 2017). Der Inklusionsbezug hat in der naturwissenschaftsdidaktischen Literatur vor allem in den letzten zehn Jahren zugenommen (Brauns und Abels 2020). Der Digitalisierungsbegriff ist in einem ähnlichen Zeitraum populär geworden, wodurch sich Überschneidungen ergeben können, bei denen der Anspruch, allen Lernenden gerecht zu werden, verfolgt wird.

Zusätzliche Aspekte, die in der naturwissenschaftsdidaktischen Literatur ohne Inklusionsbezug nicht berücksichtigt werden, ergeben sich aus Zugängen, die sich nicht direkt aus den Merkmalen und Funktionen NU ableiten lassen. Darunter fallen die Kategorien des KinUs, die darstellen, wie Lehrkräfte die Anwendung NU ermöglichen, z. B. materialgeleitet olfaktorisch (z. B. durch den Geruch als Indikator) (13.1.1), spürbar (z. B. durch Er tasten von Objektpositionen beim Schwimmen und Sinken) (13.1.2), visuell (z. B. durch Wellenausbreitungen, durch Symbole usw.) (13.1.3), modellbasiert (13.1.4), mit graphic organisers (z. B. durch Concept Maps) (13.1.5), mit Forscher*innenheften (13.1.7), durch Strukturierung (z. B. durch Protokolle oder Gliederungen) (13.1.8), mit

Tab. 8 Gegenüberstellung von Offenheit mit und ohne Inklusionsbezug

Erkenntnisse aus der fachdidaktischen Literatur ohne Inklusionsbezug	Ergebnisse aus dem KinU
<ul style="list-style-type: none"> – NU werden in drei Offenheitsgraden gestaltet, wobei die Dimensionen unterschiedlich stark geleitet und schrittweise offener gestaltet werden können. – Beim selbstständigen Anwenden NU können Tippkarten zum Lernerfolg führen 	<ul style="list-style-type: none"> – Lehrkräfte ermöglichen für die Anwendung NU verschiedene Offenheitsgrade: geschlossen (z. B. durch konkrete Handlungsanweisungen) (13.7.1), halboffen (z. B. durch Teilschritte vorgeben) (13.7.2) und offen (z. B. durch offene Anleitungen) (13.7.3). – Lehrkräfte unterstützen die Anwendung NU mit Tippkarten (z. B. mit gestuften Hinweisen zu einzelnen Experimentierphasen) (13.1.11). – Lehrkräfte ermöglichen die Anwendung NU durch Forschendes Lernen (z. B. auf Level 0 oder 1) (13.2.1)

Wortspeichern (z. B. Glossare oder Wortlisten) (13.1.10), mit Tauschtheken (z. B. durch Tauschen von Bildern und Gegenständen) (13.1.12). Zudem ermöglichen die Lehrkräfte die Anwendung NU sprachlich durch z. B. Gebärdensprache (z. B. durch Hilfekarten mit Gebärden) (13.3.1) und unterstützen die Schüler*innen in einer konstruktiven Lernatmosphäre durch zeitliche Strukturierung (z. B. durch längere Pausen und kürzere Arbeitsphasen oder durch unterschiedlich schnell verlaufende NU) (13.11.).

Um die Anwendung NU inklusiv zu ermöglichen und zu unterstützen, werden schließlich verschiedene Sinne adressiert, unterschiedliche Veranschaulichungen und verschiedene Möglichkeiten zur Strukturierung aufgeführt. Zudem ist die Kommunikation vor allem bei der Anwendung der NU, die häufig in Gruppen durchgeführt werden, ein wesentlicher Aspekt, durch den verschiedene Zugänge gefördert werden, damit Schüler*innen sich auf unterschiedliche Art und Weise äußern können und dies auch in unterschiedlichen Sprachen tun können.

Diskussion

Die Gegenüberstellung der Ergebnisse aus der naturwissenschaftsdidaktischen Literatur mit und ohne Inklusionsbezug zeigt Überschneidungen und Unterschiedlichkeiten auf. Es wird deutlich, dass es gelungen ist, das KinU gezielt auf Themen der Naturwissenschaftsdidaktik zu beziehen. Besonders interessant ist, dass Überschneidungen sich meist dann ergeben, wenn naturwissenschaftsbezogene Aspekte als inklusive Zugänge zu den NU aufgeführt wurden (z. B. beim Verwenden von verschiedenen Geräten und Instrumenten, Durchführen unterschiedlicher Untersuchungsmethoden, Adressieren verschiedener experimenteller Kompetenzen, Ermöglichen verschiedener Offenheitsgrade) (Afeldt et al. 2018; Nerdel 2017; Pötter 2017; Schecker et al. 2016; Streller et al. 2019). Diese Verbindung lässt darauf schließen, dass diejenigen Kategorien des KinUs, die naturwissenschaftsbezogene Zugänge zu einem naturwissenschaftlichen Aspekt eröffnen, insbesondere erlauben, die fachliche mit der inklusiven Perspektive zu verknüpfen. Dies lässt sich auch an anderen Stellen im KinU wiederfinden, z. B. die Entwicklung naturwissenschaftlicher Konzepte durch Experimente (Baumann et al. 2018) oder 3D-Darstellungen von Molekülen zu ermöglichen (Teke und Sozbiir 2019), Entwicklung von Fachsprache durch Forschendes Lernen zu ermöglichen (McGrath und Hughes 2018), naturwissenschaftliche Phänomene fachsprachlich zu vermitteln (Puddu 2017) usw. Des Weiteren gibt es Überschneidungen zwischen der naturwissenschaftlichen Literatur mit und ohne Inklusionsbezug, die eher allgemeinpädagogisch formuliert sind. Dies zeigt sich z. B. beim Demonstrieren und Durchführen von NU in unterschiedlichen Sozialformen

(Nehring et al. 2017; Schmitt-Sody 2014; Tesch und Duit 2004). Während Demoexperimente naturwissenschaftsbezogen ausgerichtet sind (Tesch und Duit 2004), sind unterschiedliche Sozialformen in der Allgemeinpädagogik zu verorten (Jank und Meyer 2018) und werden auch in der Inklusionspädagogik thematisiert (Frohn et al. 2019). Weitere Zugänge, die ebenfalls allgemeinpädagogisch zu verorten sind, sind z. B. das motivierende Ermöglichen und Vermitteln in Eins-zu-Eins-Betreuung. Als systematische Übersicht konkreter inklusiver Zugänge, die aus der Allgemeinen Didaktik stammen und in der fachdidaktischen Literatur auf die naturwissenschaftlichen Aspekte bezogen wurden, bietet das KinU vermutlich auch anderen Fachdidaktiken eine Handreichung zur Gestaltung inklusiven Unterrichts.

Fraglich ist auch, wie konkret ein Zugang formuliert sein muss, damit dieser als naturwissenschaftsbezogen gesehen wird. Zum Beispiel kann der Code ‚zieldifferente Zugänge‘ (Brauns und Abels 2020) auf andere Unterrichtsfächer übertragen werden, d. h. es wird vorgeschlagen differenzierte Unterrichtsziele zu formulieren (Hinz 1996; Riegert 2016). Im KinU wird diese Zieldifferenz auf der Subcode-Ebene durch die Durchführung von Erkundungs- und Entscheidungsexperimenten konkretisiert, wodurch ein naturwissenschaftlicher Bezug hergestellt wird. Die abstraktere Formulierung der Zieldifferenz lässt also die handlungsleitende Konkretisierung vermissen, die Lehrkräfte als Unterstützung bei der Gestaltung inklusiven Fachunterrichts benötigen (Brauns und Abels 2020; Stinken-Rösner et al. 2020). Dies bestätigt die Bedeutsamkeit der Subcode-Ebene des KinUs.

Die Herangehensweise, die Aspekte der Naturwissenschaftsdidaktik mit der inklusiven Pädagogik zu verknüpfen, kann als Vorbild für andere Fachdidaktiken dienen. Dabei ist zu analysieren, was die zentralen Aspekte des jeweiligen Faches sind und wie diese ebenfalls als Zugänge zum inklusiven Fachlernen fungieren können. Mithilfe einer solchen Konkretisierung können die Implikationen zur inklusiven Unterrichtsgestaltung aus der allgemeinen und inklusiven Pädagogik erweitert werden.

Insgesamt wird mit den Ergebnissen des KinUs der Status Quo der naturwissenschaftsdidaktischen Literatur mit Inklusionsbezug aufgeführt. Das bedeutet, dass im KinU diejenigen inklusiven Zugänge zu den naturwissenschaftlichen Aspekten aufgeführt werden, die aus der Literatur des systematischen Reviews abgeleitet werden konnten (Brauns und Abels 2020). Das KinU ist als dynamisch und erweiterbar zu verstehen. Der Vergleich zur allgemeinen Naturwissenschaftsdidaktik zeigt, dass sich z. B. durch verschiedene Ausführungsformen und Funktionen der NU noch weitere Aspekte (z. B. Real- und Gedankenexperimente, Verwendung von Substanzmengen im Makro- oder Mikromaßstab) ergeben, für die verschiedenen Zugänge formuliert werden

können oder die selbst als unterschiedliche Zugänge zu den NU fungieren können. Diese Implikationen zeigen, wie das KinU zu erweitern und auszuschärfen ist. Eine weitere Entwicklung des KinUs und dessen Kategorien findet im Nawi-In Projekt durch die Anwendung auf Unterrichtsvideos und -reflexionen statt (Brauns und Abels 2021).

Zur Struktur des KinUs ist festzustellen, dass bei der Gegenüberstellung nach Bereichen (*Aktionen, Funktionen, Ausführungsformen* usw.) die Subkategorien des KinUs auseinandergerissen wurden. Das heißt, dass Codes, die im KinU unter der gleichen Subkategorie aufgeführt werden, in dieser Darstellung in unterschiedlichen Tabellen aufgeführt werden. Zum Beispiel lassen sich die Codes der Subkategorie zum *materialgeleiteten Ermöglichen der Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden (13.1)* hauptsächlich in Tab. 4 zu den *Aktionen* wiederfinden, sind aber auch in Tab. 5 zu den *Ausführungsformen* und Tab. 8 zur *Offenheit* aufgeführt. Die unterschiedliche Struktur ergibt sich dadurch, dass das KinU zwar auf der Hauptkategorieebene nach naturwissenschaftlichen Aspekten unterschieden wird, ab der Subkategorieebene aber nach den inklusiven Zugängen (Brauns und Abels 2020). Dadurch, dass sich die inklusiven Zugänge auf der Subcodeebene über die Hauptkategorien hinweg wiederholen, bietet sich diese Strukturierung an.

Wenngleich das KinU fortlaufend weiterentwickelt wird, bleibt die Frage, welche inklusiven Zugänge zum naturwissenschaftlichen Unterricht jeweils umgesetzt werden müssen, damit alle Schüler*innen eine naturwissenschaftliche Grundbildung erwerben können (Menthe et al. 2016, 2017; Villanueva und Hand 2011). Mit dem KinU können Aspekte der Inklusion, wie die Anerkennung und Wertschätzung von Diversität (Black-Hawkins 2010) oder die tatsächliche Partizipation von Schüler*innen an Lernprozessen (Florian und Spratt 2013), nicht überprüft werden. Es müssen derzeit normative Annahmen getroffen werden, wann ein naturwissenschaftlicher Unterricht als inklusiv eingestuft wird. Diese Annahmen können z. B. an die Richtlinien des UDLs angelehnt sein (CAST 2018). In Bezug auf die Gestaltung inklusiver naturwissenschaftlicher Lernumgebungen, genauer zum Experimentieren, hat sich das UDL beispielsweise in dem Projekt Do-ProfiL bereits bewährt (Baumann et al. 2018).

Zusammenfassend zeigt die Gegenüberstellung der Ergebnisse aus dem KinU mit der naturwissenschaftsdidaktischen Literatur ohne Inklusionsbezug, dass sich Überschneidungen besonders in Bezug auf naturwissenschaftliche Zugänge ergeben. Zudem lassen sich diese Zugänge von allgemeinpädagogischen Zugängen, die ebenfalls auf andere Fächer übertragbar wären, abgrenzen. Je konkreter die Zugänge zu den naturwissenschaftlichen Aspekten formuliert sind, desto handlungsleitender sind sie für den Fachunterricht.

Fazit und Implikation für die Lehrkräftebildung

Insgesamt zeigt sich, dass in der naturwissenschaftsdidaktischen Theorie und Empirie ohne Inklusionsbezug von dem naturwissenschaftlichen Gegenstand ausgegangen wird und detailliert beschrieben wird, welche Funktionen dieser Gegenstand mit sich trägt und welche Ziele die Schüler*innen bei der Anwendung dieses Gegenstands erfüllen sollen. In der Darstellung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts ist es weiterhin zu empfehlen, stringent die inklusiven Zugänge mit den naturwissenschaftlichen Aspekten zu verknüpfen. Ein beträchtlicher Mehrwert zu der allgemein naturwissenschaftsdidaktischen Literatur ergibt sich daraus, dass in den Publikationen mit Inklusionsbezug beschrieben wird, wie der naturwissenschaftliche Gegenstand modifiziert werden kann und welche zusätzlichen Angebote gemacht werden können, damit alle Schüler*innen einen Zugang zu diesem Gegenstand erhalten und die NU im Unterricht anwenden können. Der Vergleich, den das KinU ermöglicht, zeigt zusammenfassend, wie es gelingen kann, die Partizipation der Schüler*innen am naturwissenschaftlichen Unterricht zu fördern, um eine naturwissenschaftliche Grundbildung zu erreichen.

Damit Inklusion im naturwissenschaftlichen Unterricht gelingen kann, liegt es an den Lehrkräften die notwendigen Zugänge für die Schüler*innen zu schaffen. Lehrkräfte fühlen sich nach wie vor nicht ausreichend professionalisiert für inklusiven Unterricht im Allgemeinen (Florian und Camedda 2020; van Mieghem et al. 2020) sowie für inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht (Hofer et al. 2018). Durch die systematische Darstellung bietet sich das KinU nicht nur zur Beforschung, sondern auch für (angehende) Lehrkräfte zur Gestaltung und Reflexion inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts an. Im Nawi-In Projekt zeigen wir, wie das KinU in der Lehrkräftebildung implementiert wird (Brauns et al. 2020). Dabei reflektieren die Lehramtsstudierenden zunächst Videoausschnitte aus dem Unterricht erfahrener Lehrkräfte und verwenden dabei das KinU. Um die Studierenden an das KinU heranzuführen, wird der Fokus erst auf einzelne Hauptkategorien mit den entsprechenden unterliegenden Kategorien gelegt, bevor das KinU ganzheitlich zur Reflexion herangezogen wird. Außerdem werden die Studierenden während der Praxisphase in der Schule begleitet. Besonders durch einen Praxisbezug können angehende Lehrkräfte ihre inklusiv naturwissenschaftlichen Kompetenzen weiterentwickeln (McCracken et al. 2020; van Mieghem et al. 2020). Während der Praxisphase planen die Studierenden mit dem KinU inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht, videografieren diesen Unterricht und reflektieren ihn entlang der Kategorien des KinUs. Den Kreislauf von Durchführung und Reflexion durchlaufen die Studierenden im Sinne der Ak-

tionsforschung insgesamt zweimal (Emembolu et al. 2020; Laudonia et al. 2018). Wenngleich (angehende) Lehrkräfte im Kontext inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts häufig allgemeinpädagogische Aspekte in den Blick nehmen und fachdidaktische Aspekte aus dem Blick geraten (Abels 2019b; Sellin et al. 2020), zeigen erste Erprobungen des KinUs, dass die Studierenden mithilfe des KinUs inklusive Aspekte naturwissenschaftsbezogen betrachten und diskutieren können.

Danksagung Wir danken den Mitgliedern unserer Arbeitsgruppe und des Netzwerks inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (NinU) für die Unterstützung beim Literaturreview.

Förderung Diese Arbeit wurde vom BMBF (Fördernummer 01NV1731) gefördert.

Funding Open Access funding enabled and organized by Projekt DEAL.

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 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

- Abels, S. (2015). Inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht in der Lernwerkstatt Donaustadt. In C. Siedenbiedel & C. Theurer (Hrsg.), *Grundlagen inklusiver Bildung. Teil 1. Inklusive Unterrichtspraxis und -entwicklung* (S. 125–134). Prolog.
- Abels, S. (2016). Chemieunterricht und Inklusion – zwei unvereinbare Kulturen? In J. Menthe, D. Höttecke, T. Zabka, M. Hammann & M. Rothgangel (Hrsg.), *Fachdidaktische Forschungen. 10. Befähigung zu gesellschaftlicher Teilhabe. Beiträge der fachdidaktischen Forschung* (S. 323–335). Waxmann.
- Abels, S. (2019a). Inklusion und Exklusion im naturwissenschaftlichen Unterricht. In B. Baumert & M. Willen (Hrsg.), *Zwischen Persönlichkeitsbildung und Leistungsentwicklung. Fachspezifische Zugänge zu inklusivem Unterricht im interdisziplinären Diskurs* (S. 129–135). Klinkhardt.
- Abels, S. (2019b). Science teacher professional development for inclusive practice. *IJPCE*, *11*(1), 19–29. <https://www.ijpce.org/index.php/IJPCE/article/view/17>.
- Abels, S., & Brauns, S. (2020). Inklusive Begabungsförderung im Chemieunterricht. In C. J. Kiso & S. Fränkel (Hrsg.), *Inklusive Begabungsförderung in den Fachdidaktiken: Diskurse, Forschungslinien und Praxisbeispiele* (S. 111–123). Klinkhardt.
- Abels, S., Brauns, S., & Egger, D. (2020). Forschendes Lernen im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht. *IMST Newsletter*, *5*(0), 10–14. https://www.imst.ac.at/files/ueber_imst/oeffentlichkeitsarbeit/imst_newsletter_50_final.pdf.
- Adesokan, A., & Reiners, C. S. (2015). Lehr- und Lernmaterialien zur Einführung naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen bei Schülerinnen und Schülern mit Hörbeeinträchtigung. *Chemie konkret*, *22*(4), 162–172. <https://doi.org/10.1002/ckon.201410250>.
- Adl-Amini, K., & Hardy, I. (2017). Zum Umgang mit Heterogenität im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. Gegenseitige Unterstützung von Schülerinnen und Schülern mit unterschiedlichen Lernausgangslagen beim tutoriellen Lernen. In F. Hellmich & E. Blumberg (Hrsg.), *Inklusiver Unterricht in der Grundschule* (1. Aufl. S. 248–267). Kohlhammer.
- Affeldt, F., Siol, A., Markic, S., & Eilks, I. (2018). Neue Ansätze zur Differenzierung im Schülerlabor: Paralleltitel: Differentiation in experimental work in non-formal learning environments. *Chemie konkret*, *25*(7), 1–8. <https://doi.org/10.1002/ckon.201700502>.
- Amor, A. M., Hagiwara, M., Shogren, K. A., Thompson, J. R., Verdugo, M. Á., Burke, K. M., & Aguayo, V. (2019). International perspectives and trends in research on inclusive education: a systematic review. *International Journal of Inclusive Education*, *23*(12), 1277–1295. <https://doi.org/10.1080/13603116.2018.1445304>.
- Baumann, T., Zimmermann, F., & Melle, I. (2016). Redoxreaktionen. Eine Unterrichtseinheit für inklusive Lerngruppen. *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule*, *65*(7), 41–46.
- Baumann, T., Kieserling, M., Struckholt, S., & Melle, I. (2018). Verbrennungen – Eine Unterrichtseinheit für inklusiven Unterricht. *Chemie konkret*, *25*(4), 160–170. <https://doi.org/10.1002/ckon.201800016>.
- Baur, A. (2018). Fehler, Fehlkonzepte und spezifische Vorgehensweisen von Schülerinnen und Schülern beim Experimentieren. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, *24*(1), 115–129. <https://doi.org/10.1007/s40573-018-0078-7>.
- Black-Hawkins, K. (2010). The Framework for Participation: a research tool for exploring the relationship between achievement and inclusion in schools. *International Journal of Research & Method in Education*, *33*(1), 21–40. <https://doi.org/10.1080/17437271003597907>.
- Blanchard, M. R., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A., & Granger, E. M. (2010). Is inquiry possible in light of accountability? A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education*, *94*(4), 577–616. <https://doi.org/10.1002/sce.20390>.
- Bodzin, A. M., Waller, P. L., Edwards, L., & Kale, D. S. (2007). Investigating the use of inquiry & web-based activities with inclusive biology learners. *American Biology Teacher*, *69*(5), 273–279.
- Booth, T., & Ainscow, M. (2017). *Index für Inklusion: Ein Leitfaden für Schulentwicklung* (1. Aufl.). Beltz.
- Brackertz, S., Weck, H., & Schulz, A. (2018). Experimente & Widersprüche im (inklusive) Naturwissenschaftsunterricht – Chancen und Grenzen entwickelt am Beispiel Physik. In M. Dziak-Mahler, T. Hennemann, S. Jaster, T. Leidig & J. Springob (Hrsg.), *LehrerInnenbildung gestalten. 10. Fachdidaktik inklusiv II. (Fach-)Unterricht inklusiv gestalten – Theoretische Annäherungen und praktische Umsetzungen*. Waxmann.
- Brauer, L., Fischer, A., Höhle, C., Niesel, V., Voß, S., & Warnstedt, J. A. (2017). Vignettenbasierte Instrumente zur Förderung der diagnostischen Fähigkeiten von Studierenden mit den Fächern Biologie und Mathematik (Sekundarstufe I). In C. Selter, S. Hußmann, C. Höhle, C. Knipping, K. Lengnink & J. Michaelis (Hrsg.), *Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen. Theorien, Konzepte und Beispiele aus der MINT-Lehrerbildung* (1. Aufl. S. 257–276). Waxmann.
- Brauns, S., & Abels, S. (2020). The framework for inclusive science education. In *Inclusive Science Education, Working Paper, 1/2020* (S. 1–145). www.leuphana.de/inclusive-science-education.

- Brauns, S., & Abels, S. (2021). Videoanalyse mit dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU). *Progress in Science Education*, 4(2), 71–84. <https://doi.org/10.25321/prise.2021.1146>.
- Brauns, S., Egger, D., & Abels, S. (2020). Forschendes Lernen auf Hochschul- und Unterrichtsebene beforschen. *Transfer Forschung ↔ Schule*, 6, 201–211.
- Brendel, M., Siry, C., Haus, J.M., & Breedijk-Goedert, F. (2019). Transforming praxis in science through dialogue towards inclusive approaches. *Research in Science Education*, 49(3), 767–786. <https://doi.org/10.1007/s11165-017-9642-2>.
- Busch, H., & Ralle, B. (2013). Fachsprachliche Kompetenzen in heterogenen Lerngruppen fördern. In S. Bernholt (Hrsg.), *Inquiry-based Learning – Forschendes Lernen: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung 2012* (Bd. 33, S. 389–391). IPN.
- de Carvalho, R. (2016). Science initial teacher education and superdiversity: educating science teachers for a multi-religious and globalised science classroom. *Cultural Studies of Science Education*, 11(2), 253–272. <https://doi.org/10.1007/s11422-015-9671-y>.
- CAST (2018). Universal design for learning guidelines version 2.2. <http://udlguidelines.cast.org>. Zugegriffen: 30 Sep 2020.
- Döring, N., & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5. Aufl.). Springer-Lehrbuch. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5>.
- Emden, M., & Baur, A. (2017). Effektive Lehrkräftebildung zum Experimentieren – Entwurf eines integrierten Wirkungs- und Gestaltungsmodells. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 23(1), 1–19. <https://doi.org/10.1007/s40573-016-0052-1>.
- Emden, M., & Sumfleth, E. (2016). Assessing students' experimentation processes in guided inquiry. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14(1), 29–54. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9564-7>.
- Emembolu, I., Padwick, A., Shimwell, J., Sanderson, J., Davenport, C., & Strachan, R. (2020). Using action research to design and evaluate sustained and inclusive engagement to improve children's knowledge and perception of STEM careers. *International Journal of Science Education*, 42(5), 764–782. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1729442>.
- Erb, M., & Bolte, C. (2015). Kompetenzen im Bereich naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung im Vergleich. In C. Maurer (Hrsg.), *Authentizität und Lernen – das Fach in der Fachdidaktik. Jahrestagung in Berlin 2015*, (Bd. 36, S. 452–454). Universität Regensburg.
- European Agency (2017). *Inclusive early childhood education environment self-reflection tool*. European Agency for Special Needs and Inclusive Education.
- Fantin, D., Sutton, M., Daumann, L. J. & Fischer, K. F. (2016). Evaluation of Existing and New Periodic Tables of the Elements for the Chemistry Education of Blind Students. *Journal of Chemical Education*, 93(6), 1039–1048. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.5b00636>.
- Fink, A. (2009). *Conducting research literature reviews: from the Internet to paper*. SAGE.
- Florian, L. (2014). What counts as evidence of inclusive education? *European Journal of Special Needs Education*, 29(3), 286–294. <https://doi.org/10.1080/08856257.2014.933551>.
- Florian, L., & Camedda, D. (2020). Enhancing teacher education for inclusion. *European Journal of Teacher Education*, 43(1), 4–8. <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1707579>.
- Florian, L., & Spratt, J. (2013). Enacting inclusion: a framework for interrogating inclusive practice. *European Journal of Special Needs Education*, 28(2), 119–135. <https://doi.org/10.1080/08856257.2013.778111>.
- Fränkel, S. (2019). *Beliefs von Lehrkräften zu inklusiver Begabungsförderung im Biologieunterricht*. Universität Bielefeld. <https://doi.org/10.4119/unibi/2936526>.
- Freedberg, S., Bondie, R., Zusho, A., & Allison, C. (2019). Challenging students with high abilities in inclusive math and science classrooms. *High Ability Studies*, 30(1–2), 237–254. <https://doi.org/10.1080/13598139.2019.1568185>.
- Frohn, J., Brodesser, E., Moser, V., & Pech, D. (Hrsg.). (2019). *Klinkhardt forschung. Interdisziplinäre Beiträge zur Inklusionsforschung. Inklusives Lehren und Lernen: Allgemein- und fachdidaktische Grundlagen*. Klinkhardt.
- Gebhard, U., Höttecke, D., & Rehm, M. (2017). *Pädagogik der Naturwissenschaften*. Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-531-19546-9>.
- Göransson, K., & Nilholm, C. (2014). Conceptual diversities and empirical shortcomings—a critical analysis of research on inclusive education. *European Journal of Special Needs Education*, 29(3), 265–280. <https://doi.org/10.1080/08856257.2014.933545>.
- Gräber, W., & Nentwig, P. (2002). Scientific Literacy – Naturwissenschaftliche Grundbildung in der Diskussion. In W. Gräber, P. Nentwig, T. Koballa & R. Evans (Hrsg.), *Scientific Literacy* (S. 7–20). VS.
- Hainsworth, M. (2012). Lifting the barriers in science. *Primary Science*, 125, 11–13.
- Hartering, A. (2006). Interesse durch Öffnung des Unterrichts – wodurch? *Unterrichtswissenschaft*, 34(3), 272–288.
- Hinz, A. (1996). Zieldifferentes Lernen in der Schule. Überlegungen zu einem integrativen Umgang mit Heterogenität. *Die deutsche Schule*, 88(3), 263–279.
- 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. <https://doi.org/10.1080/09500693.2014.899722>.
- Hofer, E., Abels, S., & Lembens, A. (2018). Inquiry-based learning and secondary chemistry education—a contradiction? *RISTAL*, 1, 51–65. <https://doi.org/10.23770/rt1811>.
- Jank, W., & Meyer, H. (2018). *Didaktische Modelle* (12. Aufl.). Cornelsen.
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry—logical or psychological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(1), 9–15. <https://doi.org/10.1039/A9RP90001B>.
- Kahn, S., Pigman, R., & Ottley, J. (2017). A Tale of Two Courses: Exploring Teacher Candidates Translation of Science and Special Education Methods Instruction into Inclusive Science Practices. *Journal of Science Education for Students with Disabilities*, 20(1), 50–68. <https://doi.org/10.14448/jesed.08.0004>.
- Kaiser, A., & Seitz, S. (2017). *Inklusiver Sachunterricht. Theorie und Praxis*. Basiswissen Grundschule. 37. Schneider Verlag Hohengehren.
- Kim, J., Florian, L., & Pantić, N. (2020). The development of inclusive practice under a policy of integration. *International Journal of Inclusive Education*. <https://doi.org/10.1080/13603116.2020.1773946>.
- Kirch, S. A., Bargerhuff, M. E., Cowan, H., & Wheatly, M. (2007). Reflections of Educators in Pursuit of Inclusive Science Classrooms. *Journal of Science Teacher Education*, 18(4), 663–692. <https://doi.org/10.1007/s10972-007-9052-9>.
- Kiso, C., & Lagies, J. (Hrsg.). (2019). *Research. Begabungsgerechtigkeit: Perspektiven auf stärkenorientierte Schulgestaltung in Zeiten von Inklusion*. Springer VS. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-23274-0>.
- Klos, S., Henke, C., Kieren, C., Walpuski, M., & Sumfleth, E. (2008). Naturwissenschaftliches Experimentieren und chemisches Fachwissen – zweiverschiedene Kompetenzen. *Zeitschrift für Pädagogik*, 54(3), 304–321.
- KMK (2004a). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss*. Luchterhand.
- KMK (2004b). *Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss*. Luchterhand.
- KMK (2004c). *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss*. Luchterhand.

- Koehler, K. E., & Wild, T. A. (2019). Students with visual impairments access and participation in the science curriculum: views of teachers of students with visual impairments. *Journal of Science Education for Students with Disabilities*, 22(1), 1–17. <https://doi.org/10.14448/jesd.11.0003>.
- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung: Grundlagentexte Methoden* (4. Aufl.). Beltz Juventa.
- Laudonia, I., Mamlok-Naaman, R., Abels, S., & Eilks, I. (2018). Action research in science education—an analytical review of the literature. *Educational Action Research*, 26(3), 480–495. <https://doi.org/10.1080/09650792.2017.1358198>.
- Marino, M. T. (2010). Defining a technology research agenda for elementary and secondary students with learning and other high-incidence disabilities in inclusive science classrooms. *Journal of Special Education Technology*, 25(1), 1–27. <https://doi.org/10.1177/016264341002500101>.
- McCracken, T., Chapman, S., & Piggott, B. (2020). Inclusion illusion: a mixed-methods study of preservice teachers and their preparedness for inclusive schooling in Health and Physical Education. *International Journal of Inclusive Education*, 4(2), 1–19. <https://doi.org/10.1080/13603116.2020.1853259>.
- McGrath, A. L., & Hughes, M. T. (2018). Students with learning disabilities in inquiry-based science classrooms: a cross-case analysis. *Learning Disability Quarterly*, 41(3), 131–143. <https://doi.org/10.1177/0731948717736007>.
- Melle, I., Schlüter, A.-K., Nienaber, A.-K., & Wember, F. B. (2017). Inklusiver Fachunterricht in heterogenen Lerngruppen in der Sekundarstufe I – Professionalisierung für einen Gemeinsamen Chemieunterricht. In C. Selzer, S. Hußmann, C. Höhle, C. Knipping, K. Lengnink & J. Michaelis (Hrsg.), *Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen. Theorien, Konzepte und Beispiele aus der MINT-Lehrerbildung*. 1. Auflage (S. 129–148). Waxmann.
- Menthe, J., & Hoffmann, T. (2015). Inklusiver Chemieunterricht: Chance und Herausforderung. In J. Riegert (Hrsg.), *Inklusiver Fachunterricht in der Sekundarstufe* (S. 131–140). Kohlhammer.
- Menthe, J., Hoffmann, T., Nehring, A., & Rott, L. (2015). Unterrichtspraktische Impulse für einen inklusiven Chemieunterricht. In J. Riegert (Hrsg.), *Inklusiver Fachunterricht in der Sekundarstufe* (S. 158–164). Kohlhammer.
- Menthe, J., Höttecke, D., Zabka, T., Hammann, M., & Rothgangel, M. (Hrsg.). (2016). *Fachdidaktische Forschungen 10. Befähigung zu gesellschaftlicher Teilhabe. Beiträge der fachdidaktischen Forschung*. Waxmann.
- Menthe, J., Abels, S., Blumberg, E., Fromme, T., Marohn, A., Nehring, A., & Rott, L. (2017). Netzwerk inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht. In C. Maurer (Hrsg.), *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung, Zürich, 2016. (S. 200–803). Universität Regensburg.
- Meskill, C., & Oliveira, A. W. (2019). Meeting the challenges of English learners by pairing science and language educators. *Research in Science Education*, 49(4), 1025–1040. <https://doi.org/10.1007/s11165-019-9837-9>.
- van Miegheem, A., Verschueren, K., Petry, K., & Struyf, E. (2020). An analysis of research on inclusive education: a systematic search and meta review. *International Journal of Inclusive Education*, 24(6), 675–689. <https://doi.org/10.1080/13603116.2018.1482012>.
- Millar, R. (2006). Twenty first century science: insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Science Education*, 28(13), 1499–1521. <https://doi.org/10.1080/09500690600718344>.
- Mujtaba, T., Sheldrake, R., & Reiss, M. J. (2020). Chemistry for All: Reducing inequalities in chemistry aspirations and attitudes: Findings from the Chemistry for All research and evaluation programme. <https://www.rsc.org/globalassets/22-new-perspectives/talent/is-chemistry-accessible-for-all/rsc-cfa-report.pdf>. Zugegriffen: 30. Sept. 2021.
- Mulvey, B. K., Chiu, J. L., Ghosh, R., & Bell, R. L. (2016). Special education teachers' nature of science instructional experiences. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(4), 554–578. <https://doi.org/10.1002/tea.21311>.
- Mumba, F., Banda, A., & Chabalengula, V. M. (2015). Chemistry teachers' perceived benefits and challenges of inquiry-based instruction in inclusive chemistry classrooms. *Science Education International*, 26(1), 180–194.
- Musenber, O., & Riegert, J. (2015). Inklusiver Fachunterricht als didaktische Herausforderung. In J. Riegert & O. Musenber (Hrsg.), *Inklusiver Fachunterricht in der Sekundarstufe* (1. Aufl. S. 13–28). Kohlhammer.
- Muth, L., & Erb, R. (2019). Inklusives Experimentieren im Physikunterricht. In C. Maurer (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung, Kiel, 2018. (Bd. 39, S. 121–124). Universität Regensburg.
- Nawrath, D., Maiseyken, V., & Schecker, H. (2011). Experimentelle Kompetenz: Ein Modell für die Unterrichtspraxis. *PdN PHYSIK in der Schule*, 60(6), 42–48.
- Nehring, A., Sieve, B., & Werning, R. (2017). Inklusion im Chemieunterricht. Ein Schreibgespräch zwischen Unterrichtspraktiker, Chemiedidaktiker und Sonderpädagoge. *Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie*, 28(162), 2–5.
- Nehring, A., Stiller, J., Nowak, K. H., Upmeyer zu Belzen, A., & Tiemann, R. (2016). Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen im Chemieunterricht – eine modellbasierte Videostudie zu Lerngelegenheiten für den Kompetenzbereich der Erkenntnisgewinnung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 22(1), 77–96. <https://doi.org/10.1007/s40573-016-0043-2>.
- Nerdel, C. (2017). *Grundlagen der Naturwissenschaftsdidaktik*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-53158-7>.
- OECD (2019). *PISA 2018 assessment and analytical framework*. OECD Publishing.
- Parchmann, I., & Ralle, B. (2020). Chemiedidaktik. In M. Rothgangel, U. Abraham & H. Bayrhuber (Hrsg.), *Allgemeine Fachdidaktik. Lernen im Fach und über das Fach hinaus: Bestandsaufnahmen und Forschungsperspektiven aus 17 Fachdidaktiken im Vergleich* (1. Aufl. S. 25–51). Waxmann.
- Pawlak, F., Groß, K. (2019). Classroom-Management im inklusiven Chemieunterricht. In C. Maurer (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Kiel 2018: Band 39* (S. 125–128). Universität Regensburg.
- Pawlak, F., & Gross, K. (2020). Using classroom management to support inclusive chemistry learning. In O. Levriani & G. Tasquier (Hrsg.), *The beauty and pleasure of understanding: engaging with contemporary challenges through science education*. Proceedings of ESERA 2019. (S. 359–366). Alma Mater Studiorum – University of Bologna.
- Pötter, M. (2017). Klimawandel verstehen. Individuell unterstützen beim naturwissenschaftlichen Arbeiten. *Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie*, 28(162), 28–31.
- Priemer, B. (2011). Was ist das Offene beim Offenen Experimentieren? *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 17, 315–337.
- Puddu, S. (2017). *Implementing inquiry-based learning in a diverse classroom. Investigating strategies of scaffolding and students' views of scientific inquiry*. Studien zum Physik- und Chemielernen. 247. Logos.
- Rau-Patschke, S. (2019). (Fach-)Sprachliche Unterstützungsmaßnahmen für inklusive Lerngruppen im Sachunterricht. In D. Pech, C. Schomaker & T. Simon (Hrsg.), *Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts. 10. Inklusion im Sachunterricht. Perspektiven der Forschung* (S. 159–158). Klinkhardt.

- Reiners, C. S. (2017). *Chemie vermitteln*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-52647-7>.
- Riegert, J. (2016). Lerngegenstände und ihre (Re-)Konstruktion im zieldifferenten Unterricht – Forschungsperspektiven. In O. Musenberg & J. Riegert (Hrsg.), *Didaktik und Differenz* (S. 215–232). Klinkhardt.
- Roberts, D. A., & Bybee, R. W. (2014). Scientific literacy, science literacy, and science education. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Hrsg.), *Handbook of research on science education* Bd. 2. Routledge.
- Rödler, P. (2018). Die Forderung nach Inklusion und ihrer Bedeutung für Didaktik und Fachdidaktik. In A. Langner (Hrsg.), *Perspektiven sonderpädagogischer Forschung. Inklusion im Dialog: Fachdidaktik – Erziehungswissenschaft – Sonderpädagogik* (S. 77–85). Klinkhardt.
- Rosenblum, L. P., Ristvey, J., & Hospitál, L. (2019). Supporting elementary school students with visual impairments in science classes. *Journal of Visual Impairment & Blindness*, 113(1), 81–88. <https://doi.org/10.1177/0145482X19833801>.
- Rott, L., & Marohn, A. (2016). Entwicklung und Erprobung einer an Schülervorstellungen orientierten Unterrichtskonzeption für den inklusiven Sachunterricht: Choice²explore. In J. Menthe, D. Höttecke, T. Zabka, M. Hammann & M. Rothgangel (Hrsg.), *Fachdidaktische Forschungen. 10. Befähigung zu gesellschaftlicher Teilhabe. Beiträge der fachdidaktischen Forschung* (S. 373–388). Waxmann.
- Rott, L., & Marohn, A. (2018). choice²explore: gemeinsam lernen im inklusiven Sachunterricht. In U. Franz, H. Giest, A. Hartinger, A. Heinrich-Dönges & B. Reinthoffer (Hrsg.), *Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts. Handeln im Sachunterricht* (S. 223–230). Klinkhardt.
- Rott, L., Nowosadek, B., & Marohn, A. (2017). Warum kann man Salz im Wasser nicht sehen? Teilchenmodelle im inklusiven Unterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie*, 28(162), 16–21.
- Rüschepöhler, L., & Markic, S. (2020). Secondary school students' acquisition of science capital in the field of chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 21(1), 220–236. <https://doi.org/10.1039/C9RP00127A>.
- Schecker, H. (2020). Physikdidaktik. In M. Rothgangel, U. Abraham & H. Bayrhuber (Hrsg.), *Allgemeine Fachdidaktik. Lernen im Fach und über das Fach hinaus: Bestandsaufnahmen und Forschungsperspektiven aus 17 Fachdidaktiken im Vergleich* (1. Aufl. S. 289–314). Waxmann.
- Schecker, H., Neumann, K., Theyßen, H., Eickhorst, B., & Dickmann, M. (2016). Stufen experimenteller Kompetenz. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 22(1), 197–213. <https://doi.org/10.1007/s40573-016-0050-3>.
- Schmitt-Sody, B. (2014). *NESSI-FÖSL. Konzeption und Evaluation eines Schülerlabors für Förderschüler aus chemiedidaktischer Perspektive. Konzeption und Evaluation eines Schülerlabors für Förderschüler aus chemiedidaktischer Perspektive*. Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg (FAU).
- Schmitt-Sody, B., & Kometz, A. (2011). Differenzierung im Chemieunterricht. In M. Eisenmann & T. Grimm (Hrsg.), *Heterogene Klassen. Differenzierung in Schule und Unterricht [Äußere Differenzierung, Binnendifferenzierung, Schulfächer. Individualisierung]* (S. 137–154). Schneider Hohengehren.
- Schmitt-Sody, B., Urbanger, M., & Kometz, A. (2015). Experimentieren mit Förderschülern – eine besondere Herausforderung in einem Schülerlabor und ein kleiner Beitrag für die Inklusion. *Chemie & Schule*, 30(4), 5–10.
- Schreiber, N., Theyßen, H., & Schecker, H. (2014). Diagnostik experimenteller Kompetenz: Kann man Realexperimente durch Simulationen ersetzen? *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 20(1), 161–173. <https://doi.org/10.1007/s40573-014-0017-1>.
- Schroeder, R., & Miller, S. (2019). Forschungszugänge zu Schüler*innenvorstellungen in einem inklusiven Sachunterricht. In D. Pech, C. Schomaker & T. Simon (Hrsg.), *Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts. 10. Inklusion im Sachunterricht. Perspektiven der Forschung* (S. 78–90). Klinkhardt.
- Schurig, M., Weiß, S., Kiel, E., Heimlich, U., & Gebhardt, M. (2020). Assessment of the quality of inclusive schools A short form of the quality scale of inclusive school development (QU!S-S)—reliability, factorial structure and measurement invariance. *International Journal of Inclusive Education*, 7(2), 1–16. <https://doi.org/10.1080/13603116.2020.1862405>.
- Sellin, K., Barth, M., & Abels, S. (2020). Merkmale gelungenen inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Primar- und Sekundarstufe I: Eine Interviewstudie mit Lehrkräften. In S. Offen, M. Barth, U. Franz & K. Michalik (Hrsg.), *Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts. „Brüche und Brücken“ – Übergänge im Kontext des Sachunterrichts* (S. 27–34). Klinkhardt.
- Simon, T., & Gebauer, M. (2014). Das Science Camp der Kinderuniversität Halle. Beispiel für einen inklusionsorientierten Sachunterricht. *Sache, Wort, Zahl*, 42(139), 44–50.
- Soukakou, E. P. (2016). *Inclusive Classroom Profile (ICP) (Research edition)*. Brookes Publishing.
- Stinken-Rösner, L., Rott, L., Hundertmark, S., Baumann, T., Menthe, J., Hoffmann, T., Nehring, A., & Abels, S. (2020). Thinking inclusive science education from two perspectives: inclusive pedagogy and science education. *RISTAL*. <https://doi.org/10.23770/rt1831>.
- Stolz, A., & Erb, R. (2012). Kompetenzerwerb in Experimentiersituationen. In S. Bernholt (Hrsg.), *Konzepte fachdidaktischer Strukturierung für den Unterricht: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung*. Oldenburg, 2011. (Bd. 32, S. 458–460). Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik.
- Streller, S., Bolte, C., Dietz, D., & La Noto, D. R. (2019). *Chemiedidaktik an Fallbeispielen*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-58645-7>.
- Teke, D., & Sozbilir, M. (2019). Teaching energy in living systems to a blind student in an inclusive classroom environment. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(4), 890–901. <https://doi.org/10.1039/c9rp00002j>.
- Tesch, M., & Duit, R. (2004). Experimentieren im Physikunterricht – Ergebnisse einer Videostudie. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 10, 51–69.
- Thyssen, C. (2017). Augmented Reality (AR) im praktischen Unterricht. In J. Meßinger-Koppelt, S. Schanze & J. Groß (Hrsg.), *Lernprozesse mit digitalen Werkzeugen unterstützen: Perspektiven aus der Didaktik naturwissenschaftlicher Fächer* (S. 177–191). Joachim Herz Stiftung.
- Vidueira Ferreira, J. E., & Lawrie, G. A. (2019). Profiling the combinations of multiple representations used in large-class teaching: pathways to inclusive practices. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(4), 902–923. <https://doi.org/10.1039/c9rp00001a>.
- Villanueva, M. G., & Hand, B. (2011). Science for all: engaging students with special needs in and about science. *Learning Disabilities Research & Practice*, 26(4), 233–240. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5826.2011.00344.x>.
- Vorholzer, A., von Aufschnaiter, C., & Kirschner, S. (2016). Entwicklung und Erprobung eines Tests zur Erfassung des Verständnisses experimenteller Denk- und Arbeitsweisen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 22(1), 25–41. <https://doi.org/10.1007/s40573-015-0039-3>.
- Watson, S., & Johnston, L. (2007). Assistive Technology in the Inclusive Science Classroom. *Science Teacher*, 74(3), 34–38. <https://my.nsta.org/resource/6635>.
- Wellnitz, N., & Mayer, J. (2008). Evaluation von Kompetenzstruktur und -niveaus zum Beobachten, Vergleichen, Ordnen und Experimentieren. *Erkenntnisweg Biologiedidaktik*, 7, 129–143.

Werther, J. (2019). Evolutionsbiologie im Sachunterricht: Bedingungen zur Überwindung von Benachteiligungen der Kinder auf Grundlage ihrer sozialen Lage. In D. Pech, C. Schomaker & T. Simon (Hrsg.), *Forschungen zur Didaktik des Sachunterrichts*.

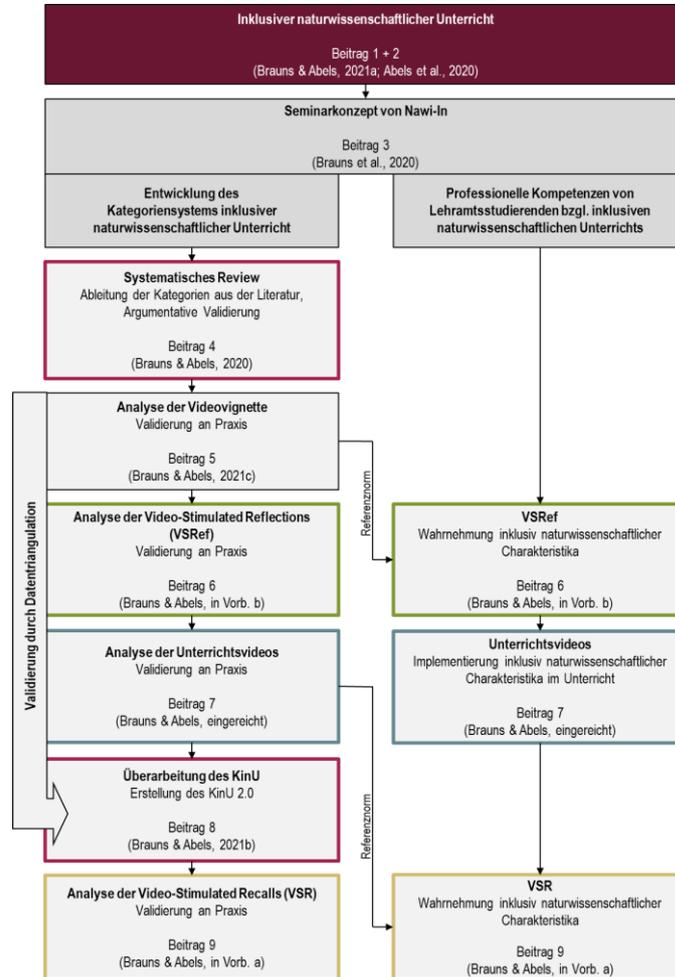
10. *Inklusion im Sachunterricht. Perspektiven der Forschung* (S. 141–158). Klinkhardt.

Yacoubian, H. A. (2018). Scientific literacy for democratic decision-making. *International Journal of Science Education*, 40(3), 308–327. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1420266>.

Beitrag 2

Forschendes Lernen im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht

Simone Abels, Sarah Brauns und Daniela Egger



Abels, S., Brauns, S. & Egger, D. (2020). Forschendes Lernen im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht. *IMST Newsletter*(50), 10–14.

https://www.imst.ac.at/files/ueber_imst/oeffentlichkeitsarbeit/imst_newsletter_50_final.pdf

Beiträge der Autor*innen.

Konzeptualisierung	SA	Methodik	SA	Software	-	Validierung	-
Analyse	-	Untersuchung	-	Ressourcen	SA	Originalentwurf	SA, SB
Überarbeitung	SA, SB, DE	Beitragsleitung	SA	Projektleitung	SA	Finanzierung	SA



Forschendes Lernen im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht

von **Simone Abels, Sarah Brauns** und **Daniela Egger**

„Naturwissenschaftlicher Unterricht trägt zu gelungener Inklusion bei, indem er allen Lernenden – unter Wertschätzung ihrer Diversität und ihrer jeweiligen Lernvoraussetzungen – die Partizipation an individualisierten und gemeinschaftlichen fachspezifischen Lehr-Lern-Prozessen zur Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung ermöglicht“ (Menthe et al., 2017, S. 801). Diesem Konsens aus dem Netzwerk inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (NinU)¹ liegt ein weites Inklusionsverständnis zu Grunde (Werning, 2014). So wird nicht dem Ansatz gefolgt, wie der naturwissenschaftliche Unterricht regulär und für einzelne „besondere“ Schüler*innen zusätzlich anders gestaltet werden kann, sondern es wird danach gefragt, wie der naturwissenschaftliche Unterricht Partizipation so ermöglichen kann, dass alle Schüler*innen selbstbestimmt lernen können (Florian & Black-Hawkins, 2011). Bei Partizipation geht es dann um mehr als ein bloßes Dabeisein von Lernenden. Es geht um Kollaboration im gemeinsamen Unterricht (Booth, 2003, S. 2) und Ko-Konstruktion eines gemeinsamen naturwissenschaftlichen Lerngegenstands (Simon & Gebauer, 2014), woran alle Schüler*innen mit ihren individuellen Potentialen lernen. Diese Ko-Konstruktionen werden z.B. durch mehrperspektivische Zugänge sowie das Lernen auf unterschiedlichen Repräsentationsebenen mit unterschiedlichen Abstraktionsniveaus unterstützt (Simon & Gebauer, 2014).

Die Umsetzung von Inklusion bzw. Partizipation aller im Unterricht stellt jedoch (angehende) Lehrpersonen vor große Herausforderungen, da die Vorgaben zur Leistungsmessung den Ansprüchen an Individualisierung meist zuwiderlaufen (Frohn, 2019). Um allen Schüler*innen eine naturwissenschaftliche Grundbildung im gemeinsamen Fachunterricht zu ermöglichen und den aktuellen Curricula zu entsprechen, haben sich u.a. Ansätze wie Forschendes Lernen (siehe Artikel B. Koliander in diesem

Newsletter) bewährt (Abels, 2015a). Neben konzeptuellem Verstehen entlang der Basiskonzepte der naturwissenschaftlichen Fächer ermöglicht Forschendes Lernen vor allem den Erwerb von Kompetenzen im Bereich der Erkenntnisgewinnung und Kommunikation (Abels & Koliander, 2017). Diese Kompetenzen haben in den letzten 15 Jahren Eingang in die Lehrpläne gefunden, so dass die Umsetzung Forschenden Lernens für Lehrpersonen legitimierbar ist.

Forschendes Lernen inklusiv gestaltet

Forschendes Lernen ist ein sehr flexibler Ansatz, der entsprechend der Voraussetzungen, Erfahrungen und Interessen der Lerngruppe angepasst werden kann. Dabei kommen grundlegende naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen zum Einsatz wie Fragen stellen, Hypothesen formulieren, planen, durchführen, beobachten, protokollieren, analysieren, Zusammenhänge herstellen etc., die auf unterschiedlichen Anforderungsniveaus mit variierbarer Intensität der Lernbegleitung durch die Lehrperson umgesetzt werden können (Abels & Koliander, 2017). Damit diese Schritte des Forschenden Lernens als Kompetenzen von den Lernenden sukzessive erworben werden können, eignet sich insbesondere der levelbasierte Ansatz des Forschenden Lernens (vgl. Hofer, Abels & Lembens, 2016). Dabei ist es je nach Erfahrung und Vorwissen der Lerngruppe möglich, unterschiedlich stark strukturierte Angebote zu machen. Während Level 0 eine komplette Vorgabe der Schritte des Forschenden Lernens (FL) durch die Lehrperson bedeutet, können auf Level 3 die Lernenden über alle Schritte selbst bestimmen und entscheiden (Abb. 1).

Dass die Lernenden selbst über bestimmte Schritte bestimmen und entscheiden, heißt jedoch nicht, dass sie



	Fragestellung entwickeln, Hypothesen formulieren	Datenerhebung planen und durchführen	Daten auswerten, Ergebnisse interpretieren und diskutieren
Level 0 Bestätigendes Forschendes Lernen	Lehrperson gibt vor	Lehrperson gibt vor	Lehrperson gibt vor
Level 1 Strukturiertes Forschendes Lernen	Lehrperson gibt vor	Lehrperson gibt vor	Lernende bestimmen
Level 2 Begleitendes Forschendes Lernen	Lehrperson gibt vor	Lernende bestimmen	Lernende bestimmen
Level 3 Offenes Forschendes Lernen	Lernende bestimmen	Lernende bestimmen	Lernende bestimmen

Abb. 1: Level des Forschenden Lernens (übersetzt und adaptiert nach Blanchard et al., 2010, S. 581)

völlig allein gelassen werden. Auf jedem Level ist die Lehrperson gefragt, als Lernbegleitung zu agieren und den Schüler*innen *Scaffolding* anzubieten, d.h. ein Gerüst aus Lernbegleitungsstrategien (Beispiele s.u.), das den Schüler*innen ermöglicht, die Untersuchung erfolgreich umzusetzen (Abels, 2014). Dabei muss eine Untersuchung jedoch nicht zwangsläufig die vorher aufgestellten Hypothesen bestätigen oder fehlerfrei ablaufen – auch in der Wissenschaft ist die Widerlegung von Hypothesen als wichtiges Ergebnis zu werten, aus dem weiter gelernt werden kann, indem Folgefragen und -untersuchungen aufgestellt werden. Eine produktive Lern- und Fehlerkultur, in der Fehler wertgeschätzt werden, hilft hierbei ebenfalls: Forschendes Lernen in einer positiven Lernatmosphäre zu ermöglichen, ist für die Partizipation im naturwissenschaftlichen Unterricht von Bedeutung (Maroney, Finson, Beaver & Jensen, 2003). Auch das Wertschätzen verschiedener Hypothesen ist im inklusiven Kontext eine Voraussetzung dafür, dass die hypothesenprüfende und -generierende Forschung – die ein zusätzlich wichtiger Ansatz ist – den Blick für vielfältige Möglichkeiten naturwissenschaftlicher Herangehensweisen öffnet. Dies explizit mit den Schüler*innen zu reflektieren, hilft dabei, das Wesen der Naturwissenschaften zu verstehen und über die Naturwissenschaften zu lernen, was im Sinne epistemischen Wissens Teil einer naturwissenschaftlichen Grundbildung ist (Hodson, 2014) und dafür sorgt, dass Schüler*innen sich besser mit dem Wesen der Naturwissenschaften identifizieren können (Miller, Nolla, Eagly & Uttal, 2018). Weiterhin sind die Level nicht mit Schwierigkeitsgraden zu verwechseln. Level 0 kann eine hochkomplexe Fragestellung zugrunde liegen, die mit herausfordernden Methoden bearbeitet wird, während auf Level 3 einer ein-

fachen Frage nachgegangen werden kann, wie es auch Primarstufenschüler*innen bewältigen können (Sodian, Jonek, Thoermer & Kircher, 2006). Besonderes Potential entfaltet der levelbasierte Ansatz in Lerngruppen, wenn in Einzel-, Partner*innen- oder Gruppenarbeit auf unterschiedlichen Leveln gearbeitet wird. Die Sozialform kann frei gewählt oder produktiv arbeitende, heterogene Gruppenzusammensetzungen von der Lehrperson organisiert werden. Als Ausgangsbasis wäre ein Untersuchungsdesign auf Level 1 oder 2 denkbar, also eine gemeinsame Fragestellung für alle Schüler*innen (Abb. 2, rot umrandet). Die Untersuchung kann dann im Prozess adaptiert werden. Für manche Schüler*innen können strukturierte Unterstützungsmaßnahmen parat gehalten werden, z.B. eine Versuchsanleitung oder ein vorstrukturiertes Protokoll (wird dadurch Level 1), während sich bei anderen Gruppen spannende Folgefragen ergeben könnten, die nach einer Gefährdungsbeurteilung durch die Lehrperson weiter untersucht werden können (wird dadurch Level 3, Abb. 2). Außerdem können auf jedem Level verschiedene offene Differenzierungsangebote für einzelne Gruppen gemacht werden, die den Schüler*innen ein weiteres „Gerüst“ bieten (Beispiele s.u.). Es ist zu beachten, dass eine Untersuchung nicht innerhalb einer Schulstunde abgeschlossen sein muss, sondern bestimmte Schritte auch gut vertagt werden können. Der Vorteil ist, dass die Schüler*innen oder die Lehrperson weiteres Material organisieren, recherchieren, Risiken abwägen können u.v.m. Auch die Dokumentation des Forschungsprozesses und der Ergebnisse bekommt so eine größere Relevanz. Die Dokumentation könnte in Form von klassischen Protokollen, Forschungstagebüchern, Video- und/oder Audioaufzeichnungen, Fotostories, Zeich-

	Fragestellung	Planung und Durchführung	Interpretation der Ergebnisse
Level 0 Bestätigendes Forschendes Lernen	Lehrperson gibt vor	Lehrperson gibt vor	Lehrperson gibt vor
Level 1 Strukturiertes Forschendes Lernen	Lehrperson gibt vor	Lehrperson gibt einzelne Versuchsschritte oder die ganze Versuchsanleitung vor	Lehrperson gibt Input abgestimmt auf die einzelnen Gruppen, Lehrperson gibt vorstrukturierte Dokumentation vor mit Hilfwörtern, Leitfragen oder vorstrukturierten Recherchemöglichkeiten, z.B. Sachtexten, Linksammlungen etc., mit deren Unterstützung Lernende die Interpretation der Ergebnisse bewältigen
Level 2 Begleitendes Forschendes Lernen	Lehrperson gibt vor	Lernende bestimmen	Lernende bestimmen
bleibt Level 2 Begleitendes Forschendes Lernen	Lehrperson gibt vor	Lehrperson gibt (Satzanfänge für Hypothesen oder Materialauswahl vor, z.B. in Form von Tippkarten oder eines Materialtisches, mit deren Unterstützung Lernende die Planung und Durchführung selbstbestimmt bewältigen	siehe Level 1
wird Level 3 Offenes Forschendes Lernen	Lernende bearbeiten zum Oberthema eigene weiterführende Fragestellungen	Lernende bestimmen	Lernende bestimmen

Abb. 2: Am gemeinsamen Lerngegenstand auf unterschiedlichen Leveln lernen (adaptiert nach Abels, 2017, S. 327)

nungen etc. gestaltet werden (Groß & Reiners, 2012). Die Präsentation der Ergebnisse erweist sich als deutlich relevanter und spannender, wenn die Gruppen unterschiedlich geforscht haben und neben dem Produkt auch den Prozess kreativ darstellen. Die Diversität, die eine Lerngruppe mit sich bringt und die sich auf die Vielfalt der Vorgehensweisen und Ergebnisse beim Forschenden Lernen auswirkt, hat folglich einen positiven Effekt auf den Ausgang (Outcome) der Einheit zum Forschenden Lernen. Natürlich erfordert dieses Vorgehen Zeit, die aber aufgrund des förderlichen Potentials Forschenden Lernens bezüglich Wissen, prozeduralen Kompetenzen und Interesse (Blanchard et al., 2010) gut investiert ist und sich über die Möglichkeit des kompetenzorientierten Lehrens und Lernens auch legitimieren lässt. Bei der Wissensfülle, die mittlerweile und nach wie vor im Curriculum herrscht, können Lehrpersonen zu den einzelnen Basiskonzepten bzw. Inhaltsbereichen nur exemplarisch arbeiten.

Was macht Forschendes Lernen inklusiv? Hinweise aus einem Literaturreview

Die Implikationen aus der inklusiven Gestaltung des For-

schenden Lernens durch z.B. den levelbasierten Ansatz werden in einem von Brauns und Abels (in Vorbereitung) durchgeführten systematischen Literaturreview (SLR) bestätigt sowie durch weitere Charakteristika des inklusiven Forschenden Lernens systematisch ergänzt. Das SLR wurde im BMBWF Projekt „Naturwissenschaftlichen Unterricht inklusiv gestalten“ (Nawi-In) durchgeführt, um die Frage zu beantworten, anhand welcher Charakteristika sich inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht erkennen lässt.

Aus der Literatur ließen sich folgende Möglichkeiten, Forschendes Lernen inklusiv zu gestalten, ableiten und zusammenfassen (Brauns & Abels, in Vorbereitung):

1. Forschendes Lernen durch verschiedene Offenheitsgrade ermöglichen
2. Forschendes Lernen auf unterschiedlichen Anforderungsniveaus gestalten
3. Forschendes Lernen materialgeleitet unterstützen
4. Forschendes Lernen lernstrategisch unterstützen
5. Forschendes Lernen kommunikativ unterstützen
6. Forschendes Lernen reflektierend ermöglichen



7. Forschendes Lernen an verschiedenen Lernorten ermöglichen
8. Forschendes Lernen in positiver Lernatmosphäre ermöglichen

Der im vorherigen Abschnitt thematisierte levelbasierte Ansatz des Forschenden Lernens wird unter der ersten Möglichkeit aufgeführt (verschiedene Offenheitsgrade ermöglichen). Um weitere Möglichkeiten der inklusiven Umsetzung Forschenden Lernens aufzuzeigen, werden hier Aspekte aus der Literatur² zum (3.) materialgeleiteten, (4.) lernstrategischen und (5.) kommunikativen Unterstützen detaillierter dargestellt.

Zu 3. Forschendes Lernen materialgeleitet unterstützen

Beim materialgeleiteten Unterstützen werden Unterrichtsmaterialien in jeglicher Form, also Gegenstände, Medien, Modelle etc. eingesetzt, um den Schüler*innen Partizipation am Forschenden Lernen, vor allem bei auftretenden Schwierigkeiten, zu ermöglichen. Materialien können durch eine unterschiedlich starke Strukturierung, z.B. der Arbeitsblätter, gezielt entlang der Bedürfnisse der Schüler*innen eingesetzt werden. Materialien können die Schritte des Forschenden Lernens auch sprachlich unterstützen, indem z.B. Wortspeicher eingesetzt werden. Zu den Wortspeichern zählen u.a. Glossare, die die Schüler*innen im Forschungsprozess nutzen können. Es können des Weiteren Karten eingesetzt werden, die als Tipps oder abgestufte Lernhilfen gestaltet werden. Auf den Tippkarten können beispielsweise Hinweise zu möglichen Fragestellungen, Hypothesen, Versuchsaufbauten mit Bildern, zu verwendbaren Materialien oder zu allen anderen Umsetzungsmöglichkeiten des Forschenden Lernens zur Verfügung gestellt werden. So wie die Karten visuelle Komponenten beinhalten können, können weitere ergänzende Angebote als Visualisierungen zur Verfügung gestellt werden. Der Forschungskreislauf, der zentrale Verknüpfungspunkte zum Vorgehen beim Forschenden Lernen bietet, kann beispielsweise als visuelle Unterstützung dienen, wenn er bildlich bzw. grafisch dargestellt wird. Nicht nur auf den Tippkarten, sondern auch auf anderen Medien, wie auf der Tafel oder auf Arbeitsblättern, können Zeichnungen oder Fotos vom Versuchsaufbau beim Forschenden Lernen visuell unterstützen. Zudem unterstützen Materialtische als offenes Angebot, wobei die Schüler*innen durch die bereitgestellten Materialien Ideen generieren können und die Materialtische an sich durch die (Anzahl der) bereitgestellten Materialien nochmals diverse Optionen und unterschiedliche Komplexitätsgrade bieten. Die Materialtische sind dynamisch einsetzbar und können auch durch sukzessives Ergänzen von Materialien die Ideen der Schüler*innen begleiten.

Zu 4. Forschendes Lernen lernstrategisch unterstützen

Das lernstrategische Unterstützen bezieht sich auf Methoden und Strategien, die mit den Schüler*innen durchgeführt werden oder die den Schüler*innen an die Hand gegeben werden. Der Forschungszyklus beim Forschenden Lernen kann nicht nur materialistisch eingesetzt werden, sondern

die Tatsache, dass er ein idealisiertes wissenschaftliches Vorgehen darstellt, kann die Schüler*innen darin unterstützen, dass ihr Fokus auf der Aufgabe bleibt und sie von dem systematischen Forschenden Lernen nicht zu einem willkürlichen Ausprobieren abweichen. Wenngleich ein Forschungszyklus dynamisch zu verstehen ist, kann er den Schüler*innen als Orientierung für das methodische Vorgehen beim Forschenden Lernen dienen. Beim lernstrategischen Unterstützen können wiederholte Thematisierungen des Forschungszyklus dazu beitragen, dass die Schüler*innen methodische Anhaltspunkte erkennen und reflektieren. Der Forschungszyklus kann beispielsweise zu Beginn einer Unterrichtsstunde oder vor und nach dem Forschungsprozess wiederholt sowie thematisiert werden. Lernstrategien können auch in Form von Sprachstrategien gestaltet werden, die sich z.B. auf Textverbesserungen oder Fachbegriffslernen beziehen.

Zu 5. Forschendes Lernen kommunikativ unterstützen

Hier geht es um Kommunikationsprozesse, Kooperation und Kollaboration sowie um verschiedene Sozialformen der Zusammenarbeit. Heterogene Gruppen können für das Forschende Lernen gebildet werden, in denen die Schüler*innen sich gegenseitig unterstützen. Dabei sollten sich stärker kognitive und eher handlungsorientierte Aufgaben in den Gruppen die Waage halten sowie unterschiedliche Verantwortungsübernahmen ermöglicht werden. Unterstützt werden können die Prozesse innerhalb der Gruppe durch strukturierende Elemente, die die Partner*innen- oder Gruppenarbeit lenken. Zwischen den Gruppen oder innerhalb der Klasse kann zudem ein kollaboratives Hilfesystem etabliert werden. Das bedeutet, dass z.B. Joker zum Spionieren bei den anderen Gruppen vergeben werden können oder die Schüler*innen sich in einem „peer-tutoring“-Programm gegenseitig beraten können. Bezogen auf die Kommunikation zwischen der Lehrkraft und den Schüler*innen können Lehrpersonen Schüler*innen beim Forschenden Lernen als Lernbegleitung beispielsweise durch den „reflective toss“³ unterstützen, wobei die Lehrkräfte den Schüler*innen die Möglichkeit zum eigenständigen Denken geben und tiefgreifenderes Denken durch gezieltes Nachfragen fördern. Das gezielte Fragen können Lehrkräfte ebenfalls anwenden, um die Aufmerksamkeit der Schüler*innen auf der gestellten Aufgabe bzw. auf dem Fokus ihrer Forschungsfrage und -ziele zu halten. Gleiches ist auch nützlich, um die Schüler*innen beim Verstehen der Aufgabe zu unterstützen. Die Fragen sind auf unterschiedlichen Anforderungsniveaus formulierbar, sodass beispielsweise zum Fordern der Schüler*innen offenere und komplexere Fragen gestellt werden können. Außerdem kann die Lehrkraft in Kommunikation mit anderen Lehrkräften oder Fachkräften treten. Zusammen können die verschiedenen Expert*innen die Schüler*innen beim Forschenden Lernen als multiprofessionelle Teams unterstützen. Sie können entweder im Unterricht gemeinsam im „Co-Teaching“ auftreten oder den Unterricht gemeinsam vor- und nachbereiten. Naturwissenschaftslehrkräfte können im Team mit Inklusionslehrpersonen auf Basis gemeinsamer Expertise die Fachinhalte inklusiver gestalten.

² Die im Literaturreview berücksichtigten Quellen können bei Sarah Brauns angefragt werden.

³ Gemeint ist ein Zurückwerfen oder Spiegeln von Gedanken, Ideen, Fragen etc.

Fazit

In diesem Beitrag konnten wir einige praktisch und teilweise empirisch erprobte Möglichkeiten aufzeigen, um Forschendes Lernen im naturwissenschaftlichen Unterricht inklusiv zu gestalten. Die Umsetzung ist nicht von heute auf morgen leistbar, aber eine entsprechende Lernkultur kann schrittweise in den heterogenen Lerngruppen eingeführt werden, um die Partizipation aller Schüler*innen am naturwissenschaftlichen Lernprozess zu ermöglichen. Bewährt hat sich dafür der levelbasierte Ansatz aufgrund seiner Flexibilität, der adaptiven Gestaltung bezüglich Strukturierung und Offenheit und der damit verknüpfbaren Unterstützungsmöglichkeiten.

■ **Simone Abels** ist Professorin für Didaktik der Naturwissenschaften am Institut für Nachhaltige Chemie und Umweltchemie der Leuphana Universität Lüneburg.

■ **Sarah Brauns** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin der Didaktik der Naturwissenschaften an der Leuphana Universität Lüneburg und ist in dem Projekt Nawi-In tätig.

■ **Daniela Egger** ist wissenschaftliche Mitarbeiterin der Didaktik der Naturwissenschaften an der Leuphana Universität Lüneburg und ist in dem Projekt Nawi-In tätig.

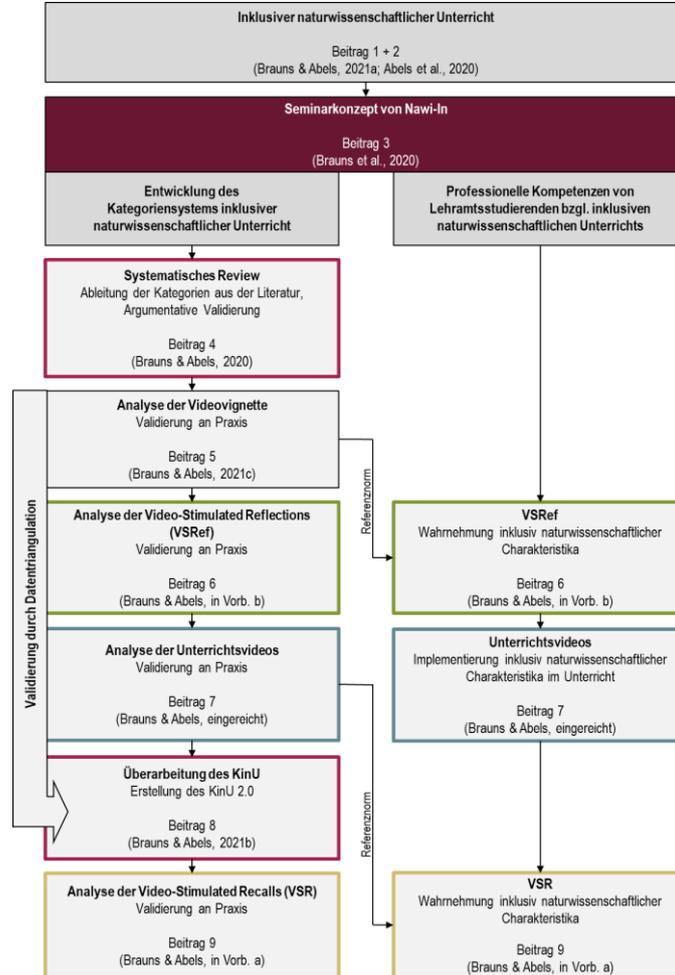
Literatur:

- Abels, S. (2015). Scaffolding inquiry-based science and chemistry education in inclusive classrooms. In N. L. Yates (Ed.), *New developments in science education research* (pp. 77-96). New York City: Nova.
- Abels, S. (2014). Inquiry-Based Science Education and Special Needs – Teachers' Reflections on an Inclusive Setting. *Sisyphus – Journal of Education*, 2(2), 124–154.
- Abels, S. & Koliander, B. (2017). Forschendes Lernen als Beispiel eines inklusiven Ansatzes für den Fachunterricht. In B. Schörkhuber, M. Rabl & H. Svehla (Hrsg.), *Vielfalt als Chance. Vom Kern der Sache* (S. 53-60). Münster: LIT.
- Blanchard, M. R., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A. & Granger, E. M. (2010). Is Inquiry Possible in Light of Accountability?: A Quantitative Comparison of the Relative Effectiveness of Guided Inquiry and Verification Laboratory Instruction. *Science Education*, 94(4), 577-616.
- Booth, T. (2003). Inclusion and exclusion in the city: concepts and contexts. In P. Potts (Ed.), *Inclusion in the City: Selection, schooling and community* (pp. 1-14). London: Routledge Falmer.
- Florian, L. & Black-Hawkins, K. (2011). Exploring inclusive pedagogy. *British Educational Research Journal*, 37(5), 813-828.
- Frohn, J. (2019). Kompetenzorientierung und Inklusion – eine Zusammenführung auf Unterrichtsebene. *HLZ*, 2(1), 15-38.
- Groß, K. & Reiners, C. (2012). Experimente alternativ dokumentieren. Ein Beitrag zur Möglichkeit der Differenzierung und Diagnose im Chemieunterricht. *Chemkon*, 19(1), 13-20.
- 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. (2016). Forschendes Lernen und das 5E-Modell. *Plus Lucis*, 1, 4. Online unter http://pluslucis.univie.ac.at/Plus-Lucis/161/index_pl_161.html [08.06.2017].
- Maroney, S. A., Finson, K. D., Beaver, J. B. & Jensen, M. M. (2003). Preparing for Successful Inquiry in Inclusive Science Classrooms. *Teaching Exceptional Children*, 36(1), 18-25.
- Menthe, J., Abels, S., Blumberg, E., Fromme, T., Marohn, A., Nehring, A. & Rott, L. (2017). Netzwerk inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht. In C. Maurer (Hrsg.), *Implementation fachdidaktischer Innovation im Spiegel von Forschung und Praxis. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Zürich 2016* (S. 800-803). Universität Regensburg.
- Miller, D. I., Nolla, K. M., Eagly, A. H. & Uttal, D. H. (2018). The Development of Children's Gender-Science Stereotypes: A Meta-analysis of 5 Decades of U.S. Draw-A-Scientist Studies. *Child Development*, 89(6), 1943-1955.
- Simon, T. & Gebauer, M. (2014). Das Science Camp der Kinderuniversität Halle. Beispiel für einen inklusionsorientierten Sachunterricht. *Sache, Wort, Zahl*, 42(139), 44-50.
- Sodian, B., Jonen, A., Thoermer, C. & Kircher, E. (2006). Die Natur der Naturwissenschaften verstehen: Implementierung wissenschaftstheoretischen Unterrichts in der Grundschule. In M. Prenzel & L. Allolio-Näcke (Hrsg.), *Untersuchungen zur Bildungsqualität von Schule. Abschlussbericht des DFG-Schwerpunktprogramms* (S. 147-160). Münster: Waxmann.
- Werning, R. (2014). Stichwort: Schulische Inklusion. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 17, 601-623.

Beitrag 3

Forschendes Lernen auf Hochschul- und Unterrichtsebene beforschen

Sarah Brauns, Daniela Egger und Simone Abels



Brauns, S., Egger, D. & Abels, S. (2020). Forschendes Lernen auf Hochschul- und Unterrichtsebene beforschen. *Transfer Forschung ↔ Schule*, 6, 201–211

Beiträge der Autor*innen.

Konzeptualisierung	SB, SA	Methodik	SB, SA	Software	-	Validierung	-
Analyse	-	Untersuchung	-	Ressourcen	SA	Originalentwurf	SB, SA
Überarbeitung	SB, SA	Beitragsleistung	SB	Projektleitung	SA	Finanzierung	SA

Sarah Brauns, Daniela Egger und Simone Abels

Forschendes Lernen auf Hochschul- und Unterrichtsebene beforschen

Researching inquiry-based learning at university and classroom level

Zusammenfassung

Zur Beforschung des Forschenden Lernens auf Hochschul- und Unterrichtsebene wurde im BMBF Projekt Nawi-In (Naturwissenschaftlichen Unterricht inklusiv gestalten) ein Seminarekonzept umgesetzt, das einen zweifachen Doppeldecker beschreibt. Studierende des Lehramts (Primar- und Sekundarstufe I) beforschen ihre eigene Kompetenzentwicklung entlang der Frage, wie ihnen die Umsetzung Inquiry-based Learnings als inklusiver naturwissenschaftlicher Unterrichtsansatz gelingt, während ihre Entwicklungen hinsichtlich ihrer Handlungs- und Analysekompetenzen bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts untersucht werden. In einem Pre-Re-Post-Design werden Reflexionen von Videoausschnitten inklusiven Naturwissenschaftsunterrichts sowie Unterrichtsvideos der Studierenden qualitativ inhaltsanalytisch ausgewertet. Der Artikel stellt die didaktischen Settings sowie die Forschungsdesigns auf schulischer und hochschulischer Ebene dar.

Abstract

The federally funded project Nawi-In (Teaching science education inclusively) investigated a seminar concept that describes a double layer model. Teacher students specialising in science subjects explore in their research projects their competency development following the question, how they are able to conduct inquiry-based learning as an approach of inclusive science education. Nawi-In also evaluates the teacher students' competencies regarding inclusive science practices in schools, as well as their reflection on school practice. In a pre-re-post-design, we analyse the students' reflections of others' and own teaching as audio sections and videos of practice in science class. Using qualitative content analysis, we evaluate all audio and video data to identify the teacher students' competency development. The article provides insight into the educational settings as well as in the research design on school and higher education level.

1 Inquiry-based Learning, Forschendes Lernen und Forschung

Inquiry-based Learning (IBL), zu Deutsch Forschendes Lernen, ist ein Ansatz im naturwissenschaftlichen Unterricht¹, bei dem Schüler*innen naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen anwenden lernen und eine Idee von der Vorgehensweise naturwissenschaftlichen Arbeitens entwickeln (Abrams et al., 2008). Die Schüler*innen gehen zunehmend eigenständig naturwissenschaftlichen Fragestellungen nach, planen Untersuchungen, führen diese durch, sammeln Daten, werten diese aus, präsentieren ihre Ergebnisse und entwickeln im besten Fall neue Fragestellungen (Abels & Lembens, 2015). Der Ansatz verfolgt somit drei Ziele: to do inquiry, to learn about inquiry und to learn science content (Abrams et al., 2008).

Forschendes Lernen ist aber nicht nur eine Lernform im naturwissenschaftlichen Unterricht (oder in anderen Unterrichtsfächern wie Politik, Geschichte, Mathematik etc.), sondern auch ein Ansatz auf Hochschulebene. Wir unterscheiden in der Umsetzung zwischen der Unterrichtsebene, auf der Studierende Schüler*innen beim Forschenden Lernen (IBL) begleiten, und der Hochschulebene, auf der Studierende Forschendes Lernen anwenden (Aktionsforschung). Studierende werden angeregt, eine forschende Haltung zu ihrem eigenen Unterricht einzunehmen. Dies soll eine beständige Reflexion des eigenen Handelns und kontinuierliche Professionalisierung bewirken (Huber, 2003). Dadurch, dass IBL und Aktionsforschung parallel ablaufen, beschreiben sie den ersten Doppeldecker des Forschenden Lernens unserer Konzeption.

In dem BMBF Projekt Nawi-In (Naturwissenschaftlichen Unterricht inklusiv gestalten) werden diese beiden Ebenen des ersten Doppeldeckers zusammengedacht: die hochschulische und die unterrichtliche Ebene. Die Studierenden beforschen ihre eigene professionelle Kompetenzentwicklung, um herauszufinden, inwiefern sie Kompetenzen inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichtens entwickeln. Dafür erhalten die Studierenden die Problemstellung, ein eigenes Aktionsforschungsprojekt im Sinne Forschenden Lernens auf Hochschulebene durchzuführen und ihre eigene Kompetenzentwicklung in den Blick zu nehmen (Eilks & Ralle, 2002). Aufgabe dabei ist, dass die Studierenden IBL im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht implementieren, d.h. Forschendes Lernen auf unterrichtlicher Ebene gestalten, um möglichst allen Schüler*innen Partizipation am naturwissenschaftlichen Lernen zu ermöglichen (Abels, 2015).

Ein zweiter, forschungspraktischer Doppeldecker besteht aus den beiden parallellaufenden Forschungsdesigns. Dieser zweite Doppeldecker besteht aus der bereits dargestellten Aktionsforschung der Studierenden, in der sie ihre eigene Kompetenzentwicklung analysieren. Zum anderen beforschen Wissenschaftler*innen die Kompetenzentwicklung der Studierenden im Rahmen der Begleitforschung des Nawi-In Projekts. Insgesamt liegt somit ein zweifacher, miteinander verschränkter Doppeldecker vor, der in diesem Beitrag dargestellt wird.

¹ Im Folgenden wird der Begriff Unterricht immer für die Schulebene verwendet, nie für die Hochschulebene.

2 Der erste Doppeldecker Forschenden Lernens aus Aktionsforschung und Inquiry-Based Learning

Der erste Doppeldecker beinhaltet die Umsetzung Forschenden Lernens (IBL) auf Unterrichtsebene – also in der Schule – durch die Studierenden und die Anwendung Forschenden Lernens auf Hochschulebene (Aktionsforschung). Auf Hochschulebene meint Forschendes Lernen das Prinzip, Forschung und Lehre sowie Forschen und Lernen miteinander zu verbinden (Fichten, 2010). Diesem Prinzip folgen bereits diverse Hochschulen mit dem Ziel, die Ausbildung angehender Lehrkräfte durch Erkenntnisproduktion und Professionalisierung zu verbessern (Altrichter et al., 2018). Das Forschende Lernen als hochschuldidaktisches Prinzip beschreibt die Forderung, den Studierenden die Teilnahme am wissenschaftlichen Arbeiten zu ermöglichen, um ihnen im späteren Lehrberuf ein systematisches, selbstständiges und kritisch-reflexives Arbeiten zu ermöglichen (Fichten, 2010). Mithilfe des Forschenden Lernens sollen Studierende wissenschaftliche Erkenntnisse während ihres Studiums nicht nur rezipieren, sondern selbst in den Prozess der Erkenntnisgewinnung einsteigen (Huber, 2003). Schneider (2008) konnte mit seiner Arbeit zur Kompetenzentwicklung von Studierenden während der Praxisphase (halbjähriges Praktikum in der Schule) zeigen, dass die Studierenden durch das Forschende Lernen, die Bedeutung von Forschung als relevant für ihre professionelle Berufsausübung anerkannt haben. Weiterhin konnte die Erkenntnishaltung der Studierenden zur Praxis sowie ihre Reflexionsfähigkeit bezogen auf die Praxis verbessert werden (ebd.).

In Niedersachsen wurde das Forschende Lernen als handlungsleitendes Prinzip in den Master der Lehramtsstudiengänge integriert. Um den Studierenden die Aneignung von wissenschaftlichen Arbeitsweisen, langfristiges Wissen, die Reflexion von Praxiserfahrungen im Unterricht sowie eine Vorbereitung auf ihre Abschlussarbeit zu ermöglichen, hat sich seit dem Wintersemester 2014/15 an niedersächsischen Hochschulen das Projektband, das für Studierende des Lehramts begleitend zur Praxisphase vom ersten bis dritten Mastersemester stattfindet, etabliert (s. Abb. 1). In dem Modul ‚Projektband‘ werden aus den jeweiligen Fachdidaktiken des Lehramts sowie aus dem Professionalisierungsbereich Bildung diverse Seminare angeboten, von denen die Studierenden für drei Semester lang ein Angebot auswählen. In dem gewählten Projektband planen die Studierenden im ersten Semester ihre eigenen Forschungsprojekte, führen diese im zweiten Semester durch, werten sie aus und präsentieren ihre Ergebnisse im dritten Semester hochschulöffentlich. Danach haben sie die Möglichkeit, über das Projektband hinaus, ihre Forschungsprojekte in ihrer Masterarbeit weiterzuführen.



Abb. 1: Dreisemestriges Projektband (PB)

Dem Projekt Nawi-In liegt ein eigenes Projektbandangebot zugrunde: In dem Projektband „Forschendes Lernen im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht“ sollen die Studierenden ihre Umsetzung von IBL sowie ihre damit einhergehende professionelle Kompetenzentwicklung für inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht im Sinne der Aktionsforschung mittels Videographie beforschen. Abels (2015) betont die Bedeutsamkeit, IBL sukzessive einzuführen, damit Schüler*innen nach und nach die notwendigen Kompetenzen naturwissenschaftlichen Arbeitens erwerben. Und so verhält es sich auch mit dem Forschenden Lernen auf Hochschulebene. Daher werden die Studierenden nach Erwerb theoretisch-konzeptionellen und forschungsmethodischen Wissens zunächst über die Reflexion von Videoausschnitten fremden Unterrichts an das Forschende Lernen herangeführt, das sie auch selbst im Seminar erproben, bevor sie ihren eigenen Unterricht im Sinne von IBL planen und durchführen (Abb. 2).

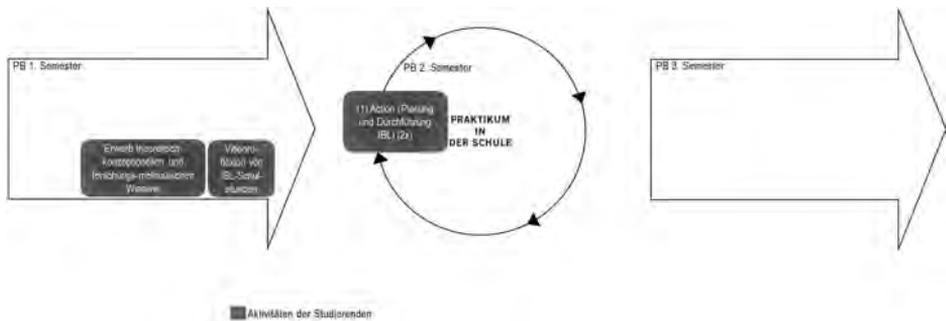


Abb. 2: Aktivitäten der Studierenden im Projektband

Im Detail bedeutet dies, dass die Studierenden im ersten Mastersemester auf den thematischen Kontext ihrer Forschung sowie auf den Prozess des Forschenden Lernens im Studium, das sie selbst anwenden sollen, vorbereitet werden (s. Abb. 2). Sie bekommen einen Input zum IBL im Naturwissenschaftsunterricht sowie zum inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht. Dieser Input findet nicht nur theoretisch entlang von empirischen Forschungsergebnissen statt, sondern IBL wird auch von den Studierenden angewendet, indem sie selbst die Rolle der Forschenden bzw. der Schüler*innen einnehmen. Außerdem wird das Wahrnehmen und Reflektieren der praktischen Umsetzung IBLs im naturwissenschaftlichen Unterricht in Form von Unterrichtsvideos geschult (van Es & Sherin, 2008). Auf diese Weise sollen die Studierenden durch die aktive Anwendung der Theorie auf die fremde Praxis sowohl das theoretische Wissen festigen, als auch den methodischen Umgang mit der Reflexion von Unterrichtsvideos üben.

Im zweiten Semester des Projektbands beginnen die Studierenden ihr halbjähriges Praktikum in der Schule mit einer zweiwöchigen Hospitation, in der sie die Lerngruppen kennenlernen und sich in die schulinternen Lehrpläne einarbeiten. In dieser Zeit konzipieren sie ebenfalls ihre eigenen naturwissenschaftlichen Unterrichtsstunden im Sinne IBLs entlang der geplanten Unterrichtsinhalte sowie der Bedürfnisse und Potentiale der jeweiligen Lerngruppen. Begleitet werden sie dabei durch das Projektband und die Mentor*innen in den Schulen.

Dass IBL sich für den inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht eignet, zeigen z.B. Abels (2015) und Puddu (2017) in ihren Studien auf, in denen der Chemieunterricht in heterogenen Lerngruppen untersucht wurde. Verschiedene Offenheitsgrade von IBL (vgl. Blanchard et al., 2010) wurden miteinander verglichen und aufgezeigt, welches Scaffolding nötig ist, damit alle Schüler*innen partizipieren können (Puddu, 2017). Die Offenheit bzw. der Grad der Strukturierung werden beispielsweise von Blanchard et al. (2010) von Level 0 bis Level 3 eingestuft, wobei sukzessive die Selbstständigkeit der Schüler*innen zunimmt (ebd.). Auf Level 0 sind die Fragestellung, die Untersuchungsmethode und die Ergebnisinterpretation von der Lehrperson geleitet (Blanchard et al., 2010). Auf diesem Level können die Schüler*innen beispielsweise mit den Sicherheitsrichtlinien im Fachraum, mit Experimentiergeräten und Fachbegriffen sowie den naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen vertraut gemacht werden (Abels, 2014).

Auf Level 1 sind die Fragestellung sowie die Untersuchungsmethode von der Lehrperson geleitet und die Ergebnisinterpretation wird von den Schüler*innen eigenständig durchgeführt (Blanchard et al., 2010). Hier sollen die Schüler*innen Beobachtungen anstellen und in der Gruppe ihre Beobachtungen gemeinsam auswerten (Abels, 2014). Zusätzlich können Lehrkräfte die Schlussfolgerungen mit evidenzbasierten Argumenten begründen und die Ergebnisse präsentieren sowie diskutieren lassen (Abels, 2014). Auf Level 2 ist nur noch die Fragestellung von der Lehrperson vorgegeben. Das methodische Vorgehen wird von den Schüler*innen selbst geplant und auch die Ergebnisse werden von ihnen ausgewertet (Blanchard et al., 2010). Auf diesem Level stellen die Schüler*innen Hypothesen auf, planen Untersuchungen und führen diese durch (Abels, 2014). Zudem sollen die Schüler*innen ihre Entscheidungen zum Versuchsplan begründen, indem sie Einflussfaktoren von z.B. Mengen und Geräten einbeziehen (Abels, 2014). Das Level 3 beschreibt das offene IBL, wobei die Forschungsfrage, die Untersuchungsmethode und die Ergebnisinterpretation von den Schüler*innen selbst festgelegt werden (Blanchard et al., 2010). Hier wird den Schüler*innen die Verantwortung für den gesamten Forschungsprozess übertragen (Abels, 2014). Insgesamt benötigt das IBL auf jedem Level Scaffolding durch die (angehenden) Lehrkräfte, wodurch die Schüler*innen individuell unterstützt werden, sich naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen, Konzepte und Fachsprache sowie ein Wissen über die Natur der Naturwissenschaften anzueignen (Puddu, 2017). Offenes Forschendes Lernen (Level 3) bedeutet also weder Schüler*innen völlig allein zu lassen noch sie vollkommen unstrukturiert arbeiten zu lassen. Im Gegenteil, die Lehrpersonen sind herausgefordert, ihre Lernbegleitung situativ zu adaptieren.

Auf Unterrichtsebene liegt die Besonderheit der Umsetzung IBLs darin, dass die Studierenden in ihren Aktionsforschungsprojekten untersuchen sollen, inwieweit es ihnen gelingt, dieses Format so umzusetzen, dass es zur Inklusion, das heißt zur Partizipation aller Schüler*innen speziell an ihrem selbst durchgeführten Unterricht, beiträgt. An dieser Stelle wird der erste Doppeldecker Forschenden Lernens dadurch wirksam, dass die Studierenden mit den Schüler*innen nicht nur IBL durchführen, sondern dabei selbst Forschendes Lernen in ihren Aktionsforschungsprojekten anwenden (s. Abb. 3). Der Doppeldecker wird in dem Moment besonders sichtbar, in dem die Studierenden IBL mit den Schüler*innen durchführen und sie ihre Lernbegleitung des IBLs auf Video aufnehmen und anschließend reflektieren.

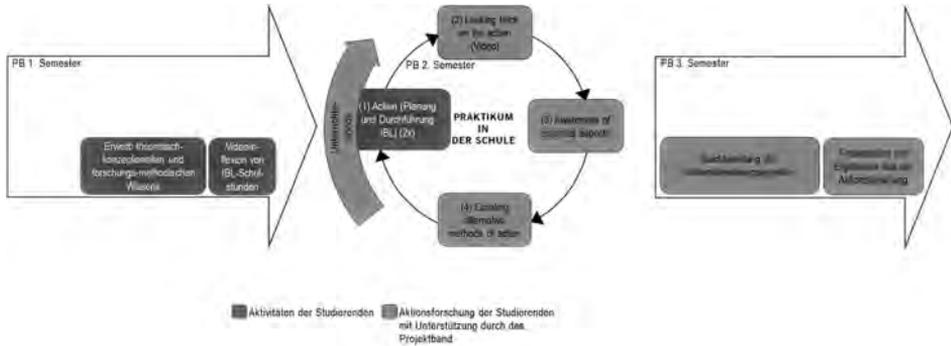


Abb. 3: Aktionsforschung der Studierenden mit der Unterstützung durch das Projektband

Im zweiten Mastersemester gehen die Studierenden für ein Semester zum Praktikum in die Schule und durchlaufen dabei die folgenden Stationen: Planung von Unterricht im Sinne IBLs, Durchführung und Videographie des IBLs, Reflexion und Analyse. Diese Stationen beschreiben den Reflexionskreislauf nach Korthagen (2010) ((1) Action, (2) Looking back on the action, (3) Awareness of essential aspects, (4) Creating alternative methods of action, (5) Trial), der von den Studierenden während der Praxisphase insgesamt zweimal durchlaufen wird (Abb. 3). In dem ersten Schritt (Action) führen die Studierenden ihren geplanten Unterricht zu Inquiry-based Learning im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht durch und videographieren ihre Unterrichtshandlungen. Die Videoaufnahmen finden bestmöglich mit zwei Kameras statt (Riegel, 2013). Eine Kamera filmt statisch den Klassenraum im Überblick. Die andere Kamera wird dynamisch von einer Person geführt und fokussiert durchgängig die Studierenden als Lehrpersonen. In dem zweiten Schritt (Looking back) blicken die Studierenden auf ihren Unterricht zurück und wählen ein bis zwei Situationen aus, die sie in Hinblick auf die Umsetzung inklusivem naturwissenschaftlichen Unterrichts analysieren wollen. Die Vorgabe von Fragestellung und Methodik schließt nicht die Forderung aus, dass die Aktionsforschung der Studierenden dem wissenschaftlichen Anspruch gerecht werden soll, ihr Vorgehen transparent und nachvollziehbar darzulegen sowie ihre Ergebnisse selbstkritisch zu hinterfragen (Huber, 2003). Schneider (2008) zeigt dazu, dass die Qualität der Forschungsarbeiten der Studierenden steigt, je ausdifferenzierter das eingegrenzte Thema und je systematischer die Einbettung in den Gesamtzusammenhang sind. Ziel ist, dass die Studierenden Reflexionskompetenzen sowie Kompetenzen für die Beforschung von Lehr-Lernprozessen entwickeln (Eilks & Ralle, 2002; Altrichter et al., 2018). Wenn die eigenen Erfahrungen der Studierenden in der Unterrichtspraxis mit ihren Forschungsvorhaben zusammengebracht und reflektiert werden, können subjektive Theorien bewusstgemacht und durch die Evaluation des eigenen Handelns überprüft werden (Fichten, 2010).

In dem dritten Schritt (Awareness) analysieren die Studierenden ihre Unterrichtsbeobachtungen und beziehen ihr theoretisches Wissen dabei ein. Die Auswertung findet mittels Qualitativer Inhaltsanalyse statt, bei der sie das Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU, Brauns & Abels, 2020), das ein Ergebnis der Begleitforschung von Nawi-In ist, deduktiv auf ihre Unterrichtsvideos anwenden (Kuckartz, 2018). In dem vierten Schritt (Creating alternatives) überarbeiten die Studierenden ihre Unterrichtskonzeptionen, indem sie Handlungsalternativen für die Gestaltung des IBLs im Un-

terricht generieren. Mit den Ergebnissen aus den eigenen Reflexionen und dem Feedback der Kommiliton*innen und Seminarleitung überarbeiten die Studierenden ihre Umsetzung IBLs in Hinblick auf ihre eigens gesetzte Entwicklungsaufgabe, die sie sich für den zweiten Durchgang stellen. In dem fünften Schritt (Trial) beginnen die Studierenden den Reflexionskreislauf bzw. ihren Forschungszyklus erneut. Die Ergebnisse des zweiten Zyklus werden mit denen des ersten in Beziehung gesetzt und analysiert, welche Weiterentwicklung stattgefunden hat. Im dritten Semester werden die Ergebnisse systematisch aufbereitet und mittels Poster im Rahmen einer Konferenz aller Projektbänder präsentiert. Das Projektband schließt mit der Verschriftlichung einer Projektarbeit.

Insgesamt wird den Studierenden die Möglichkeit gegeben, ihre Kompetenzen bzgl. der Umsetzung und des Reflektierens von IBL im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht weiterzuentwickeln und dabei die Erfahrung zu machen, Aktionsforschung selbst durchzuführen, während sie IBL im Unterricht anwenden. In den Aktionsforschungsprojekten eignen die Studierenden sich Strategien an, um das IBL später als Lehrkraft in der Schule inklusiv zu gestalten.

Zusammengefasst besteht der erste Doppeldecker also aus zwei Ebenen des Forschenden Lernens: Forschendes Lernen auf Unterrichts- und auf Hochschulebene. Im Folgenden wird der Fokus auf den zweiten Doppeldecker, die Aktionsforschung der Studierenden und die Begleitforschung im Rahmen des Nawi-In Projekts, gesetzt sowie die Verschränkung der beiden Doppeldecker erläutert.

3 Der zweite Doppeldecker aus Aktionsforschung und Begleitforschung

Der zweite Doppeldecker entsteht dadurch, dass die Studierenden auf die Aktionsforschung vorbereitet werden und diese durchführen, während ihre Kompetenzentwicklung im Projekt Nawi-In beforscht wird (Begleitforschung durch Nawi-In).

Die Studierenden bereiten ihre Forschungsprojekte im Sinne der Aktionsforschung vor (s. Kap. 2). In unserem Projektband ist den Studierenden bereits vorgegeben, dass sie ihr eigenes Unterrichten analysieren sollen. Beforscht wird die Frage, wie es den Studierenden gelingt, IBL für ihren inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht umzusetzen, wobei der Fokus auf dem Handeln der Studierenden in der Unterrichtspraxis liegt. Dementsprechend beforschen die Studierenden, wie ihre eigene Umsetzung IBLs zur Inklusion im naturwissenschaftlichen Unterricht beiträgt und inwiefern sich ihre eigenen Kompetenzen in der Umsetzung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts weiterentwickeln (s. Abb. 4).

Die Studierenden werden beim Forschenden Lernen mit dem Nawi-In Projekt sowohl begleitet und unterstützt, als auch beforscht. Dabei wird das Forschende Lernen auf Hochschulebene als Intervention eingesetzt, was den Studierenden eine Möglichkeit zur Kompetenzentwicklung bzgl. ihres Unterrichts und der Reflexion inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts bietet. Die Begleitung und Beforschung der Kompetenzentwicklung der Studierenden findet während des dreisemestrigen Projektbands statt. Insgesamt geschieht die Beforschung der Studierenden in einem Pre-re-post-Design, wobei die Datenerhebung mittels audiografierter, videostimulierter Unterrichtsreflexionen und videographierter Unterrichts-

handlungen stattfindet (s. Abb. 4). Die Datenauswertung wird mittels Qualitativer Inhaltsanalyse durchgeführt (Kuckartz, 2018).

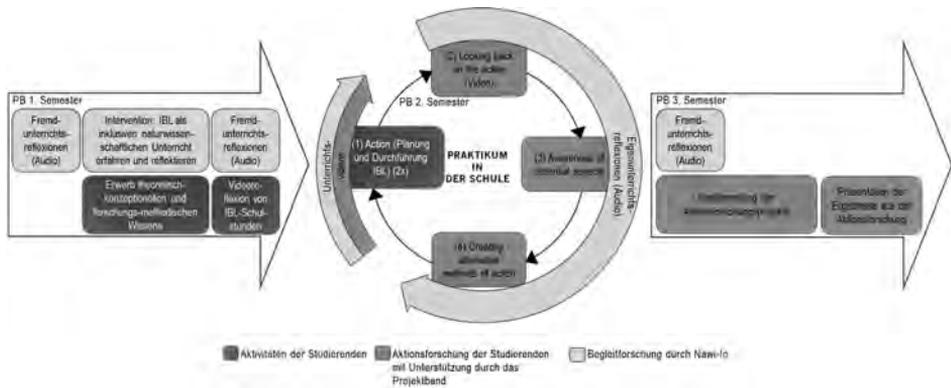


Abb. 4: Begleitforschung durch Nawi-In

Ziel des Nawi-In Projekts ist es, mittels Reflexionen von Fremd- und Eigenvideos die Analysekompetenzen der Studierenden bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts zu analysieren. Um die Studierenden auf die Reflexion inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts vorzubereiten, erfahren sie im ersten Semester nicht nur theoretische Grundlagen zu diesem Fachgebiet, sondern werden auch in ihrer Unterrichtswahrnehmung geschult (z.B. van Es & Sherin, 2008; Seidel et al., 2011). Die Schulung der Wahrnehmung findet in Form von Reflexionen von Videoausschnitten fremden Unterrichts, die sowohl besonders inklusive als auch exklusive Momente beim IBL im naturwissenschaftlichen Unterricht zeigen, statt. Für die Datenerhebung mittels fremder Videos wird den Studierenden zu drei Zeitpunkten eine knapp fünfminütige Videovignette zum Thema Löslichkeit gezeigt. Zunächst schauen die Studierenden sich die Vignette einmal an und dürfen sich Notizen dabei machen. Danach sollen sie zwei bis drei inklusive oder exklusive Momente auswählen, die sie in einem Dreischritt reflektieren. Als Scaffolding dient ihnen der Auftrag, die Unterrichtshandlungen bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts (1) zu beschreiben, (2) zu interpretieren und (3) Handlungsalternativen zu generieren (vgl. Schwandt, 2018). Ziel ist, dass die Studierenden in ihren Reflexionen möglichst theoriegeleitet vorgehen und dabei konkret auf die Verbindung von Inklusion und naturwissenschaftlichem Unterricht eingehen.

Folgende Entwicklung wird beforscht: die Analysekompetenz der Studierenden beim wiederholten Reflektieren fremden und eigenen Unterrichts sowie ihre videografierte Handlungskompetenz beim Unterrichten. Die Reflexion fremden Unterrichts wird zu drei Messzeitpunkten (Abb. 4) als Video-Stimulated Reflection (VSRef) audiografiert (Powell 2005). Die Videovignette stellt den Stimulus für die Studierenden dar, um im Dreischritt Beschreiben, Interpretieren, Handlungsalternativen generieren das Unterrichten im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht zu reflektieren.

Die Unterrichtsvideos, die die Studierenden in der Praxisphase aufnehmen, dienen ebenfalls der Analyse ihrer Kompetenzentwicklung während des Projekts Nawi-In. Zudem werden die Reflexionen ihres eigenen videografierten Unterrichts, die an ausgewählten Videoaus-

schnitten wie bei den VSRef im Dreischritt durchgeführt wurden, für die Erhebung ihrer Analysekompetenz audiografiert. Die Strukturierung der Eigenreflexionen findet als Video-Stimulated Recall (VSR) statt (Powell, 2005). Studierende können sich von ihrem eigenen Handeln besser distanzieren, wenn sie nicht adhoc reflektieren müssen, sondern videogestützt vorgehen (Riegel, 2013). Die Video- und Recalldaten stehen den Studierenden als Datenbasis für Ihre Aktionsforschungsprojekte zur Verfügung.

Alle Unterrichtsvideos sowie die Audiografien der VSRefs und VSRs der Studierenden werden mittels Qualitativer Inhaltsanalyse deduktiv ausgewertet (Kuckartz, 2018). In einem ersten Schritt wird das Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU) (Brauns & Abels, 2020), das konkrete Handlungshinweise inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts abbildet, deduktiv auf das Datenmaterial angewendet. Mit dem KinU wird zum einen in den Unterrichtsvideos der Studierenden analysiert, wie die Studierenden naturwissenschaftlichen Unterricht inklusiv umsetzen. Zum anderen wird in den VSRef und VSR damit analysiert, was die Studierenden in Bezug auf inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht wahrnehmen.

Daran anknüpfend wird untersucht, wie die Studierenden eigenen und fremden Unterricht analysieren. Dafür wird ein Kategoriensystem zur Analysekompetenz deduktiv auf das Audiodatenmaterial angewendet (Egger & Abels, in Vorb.). Die Abstufung der Analysekompetenz wird dabei durch fünf Stufen von einem noch nicht strukturierten bis zu einem vernetzenden Denken bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts beschrieben. Die Kompetenzentwicklung der Studierenden wird in Form von Case Studies dargelegt. Durch das Zusammenbringen der Ergebnisse aus der Analyse, was die Studierenden an Umsetzung sowie Reflexion des IBLs zeigen, sowie aus der Analyse, wie die Studierenden IBL in Bezug auf inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht reflektieren, werden am Ende Profile der Studierenden zur Kompetenzentwicklung im Bereich inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts dargestellt. Auf diese Weise wird untersucht, wie sich die Analysekompetenzen der Studierenden während des Projekts *Nawi-In* entwickeln und gleichzeitig Erkenntnisse über den studentischen Einsatz von IBL im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht ermittelt. Letzteres geschieht aus der Perspektive der Studierenden (Aktionsforschung) und aus der Perspektive der wissenschaftlichen Begleitforschung. Somit ist die Aktionsforschung Teil beider Doppeldecker und bildet die Verknüpfung zwischen der didaktischen und forschungspraktischen Gestaltung.

4 Ausblick

Die Seminar-konzeption von *Nawi-In* zeigt, wie das Forschende Lernen auf unterschiedlichen Ebenen zugleich durchgeführt, als auch beforscht werden kann. Dabei nehmen wir uns der Forderung an, das Forschende Lernen in der Lehrer*innenbildung zu etablieren sowie präziser zu erfassen (Fichten, 2010). Die Konzeption im *Nawi-In* Projekt zeigt, wie Forschendes Lernen auf Unterrichts- und Hochschulebene sowie in Aktions- und Begleitforschung eingebunden sein kann. Komplex wird die Konzeption durch die Überschneidung der beiden Doppeldecker, es wird ein doppelter Doppeldecker abgebildet (s. Abb. 4). Dieser entsteht dadurch, dass die Aktionsforschung der Studierenden über die drei Semester des Projektbands sowohl Teil des didaktischen als auch des forschungspraktischen Settings ist.

Sowohl auf Unterrichtsebene als auch auf Hochschulebene hat die Anwendung Forschenden Lernens positive Effekte auf den Lernerfolg der Durchführenden (Abels, 2015; Hauer, 2014). Hauer (2014) zeigt beispielsweise, dass Studierende didaktische Kompetenzen, reflektiertes Denken und forschungsmethodische Kompetenzen weiterentwickeln und auch ihre Freude am Unterrichten sowie ihre Selbstwirksamkeitserwartung gesteigert werden können. Hinsichtlich der Kompetenzentwicklung der Studierenden in Nawi-In ist zwischen der Kompetenz Naturwissenschaften inklusiv zu unterrichten und der Kompetenz, entsprechende Unterrichtssituationen analysieren zu können, zu unterscheiden. Insgesamt ist zu erwarten, dass sich besonders die Analysekompetenz im Vergleich zu den Handlungskompetenzen gezielter weiterentwickeln. Wie die Expertiseforschung zeigt, braucht die Kompetenzentwicklung in der Praxis Zeit, um Erfahrungen zu sammeln und um sich dem Expert*innenstatus anzunähern (Berliner, 2004). Hingegen verzeichnen Videostudien eine deutliche Kompetenzentwicklung auf der reflexiven Ebene bereits bei Studierenden (Seidel et al., 2011). Diesem Verhältnis aus Praxis und Reflexion inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts werden wir weiter nachgehen.

Literatur

- Abels, S. (2014). Inquiry-Based Science Education and Special Needs – Teachers’ Reflections on an Inclusive Setting. *Sisyphus – Journal of Education*, 2 (2), S. 125–154.
- Abels, S. (2015). Scaffolding inquiry-based science and chemistry education in inclusive classrooms. In N. L. Yates (Hrsg.), *New developments in science education research* (S. 77–96). New York City: Nova.
- Abels, S. & Lembens, A. (2015). Mysteries als Einstieg ins Forschende Lernen im Chemieunterricht. *Chemie & Schule*, 2015 (1b), S. 3–5.
- Abrams, E., Southerland, S. A. & Evans, C. (2008). Introduction. Inquiry in the classroom: Identifying Necessary Components of a Useful Definition. In E. Abrams, S. A. Southerland, & P. Silva (Hrsg.), *Inquiry in the classroom. Realities and Opportunities* (S. xi–xlii). Charlotte, North Carolina: Information Age Publishing.
- Altrichter, H., Posch, P. & Spann, H. (2018). *Lehrerinnen und Lehrer erforschen ihren Unterricht*. 5., grundlegend überarbeitete Aufl. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt (UTB Schulpädagogik, 4754).
- Berliner, D. C. (2004). Describing the behaviour and documenting the accomplishments of expert teachers. *Bulletin of Science, Technology & Society*, 24, S. 200–212.
- Blanchard, M. R., Sotherland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A. & Granger, E. M. (2010). Is inquiry possible in light of accountability? A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education*, 94 (4), S. 577–616.
- Brauns, S., & Abels, S. (2020). The Framework for Inclusive Science Education. Inclusive Science Education, Working Paper No. 1/2020. Leuphana University Lüneburg, Science Education. <https://www.leuphana.de/inclusive-science-education>
- Egger, D., Brauns, S. & Abels, S. (in Vorb.). Kompetenzentwicklung Lehramtsstudierender im inklusiven Naturwissenschaftsunterricht – Video-Stimulated Reflections in der universitären Lehrer*innenbildung. *Sonderpädagogische Förderung heute*.
- Eilks, I. & Ralle, B. (2002). Partizipative Fachdidaktische Aktionsforschung. Ein Modell für eine begründete und praxisnahe curriculare Entwicklungsforschung in der Chemiedidaktik. *CHEMKON*, 9 (1), S. 13–18.
- Fichten, W. (2010). Forschendes Lernen in der Lehrerbildung. In U. Eberhardt (Hrsg.), *Neue Impulse in der Hochschuldidaktik. Sprach- und Literaturwissenschaften*. Wiesbaden: VS Verl. für Sozialwissenschaften, S. 127–182.
- Hauer, B. (2014). *Entwicklung didaktischer Kompetenzen durch forschendes Lernen. Der Einsatz des AuRELIA-Konzeptes in der Lehrer*innenbildung*. Herzogenrath: Shaker (Beiträge zur Didaktik).
- Huber, L. (2003). Forschendes Lernen in Deutschen Hochschulen. Zum Stand der Diskussion. In A. Obolenski & Meyer, H. (Hrsg.), *Forschendes Lernen. Theorie und Praxis einer professionellen LehrerInnenausbildung* (S. 15–36). Bad Heilbrunn.
- Korthagen, Fred A. J. (2010). How Teacher Education Can Make a Difference. *Journal of Education for Teaching: International Research and Pedagogy*, 36 (4), S. 407–423.

- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung*. (Grundlagentexte Methoden, 4., überarbeitete Aufl.). Weinheim: Beltz Juventa.
- Powell, E. (2005). Conceptualising and facilitating active learning: teachers' video-stimulated reflective dialogues. *Reflective Practice: International and Multidisciplinary Perspectives*, 6(3), S. 407–418.
- Puddu, S. (2017). *Implementing Inquiry-Based Learning in a Diverse Classroom: Investigating Strategies of Scaffolding and Students' Views of Scientific Inquiry*. Studien Zum Physik- und Chemielernen Ser: v.247. Berlin: Logos Verlag Berlin.
- Riegel, U. (2013). Videobasierte Kompetenzforschung in den Fachdidaktiken. In U. Riegel und K. Macha (Hrsg.), *Videobasierte Kompetenzforschung in den Fachdidaktiken* (S. 9–24). Münster: Waxmann.
- Schneider, R. (2008). *Forschendes Lernen in der Lehrerbildung. Entwicklung einer Neukonzeption von Praxisstudien am Beispiel des Curriculumbausteins „Schulentwicklung“*. Eine empirisch-qualitative Untersuchung zur Ermittlung hochschuldidaktischer Potentiale. Dortmund: Technische Universität Dortmund.
- Schwindt, K. (2008). *Lehrpersonen betrachten Unterricht. Kriterien für die kompetente Unterrichtswahrnehmung*. Münster: Waxmann.
- Seidel, T., Stürmer, K., Blomberg, G., Kobarg, M. & Schwindt, K. (2011). Teacher learning from analysis of videotaped classroom situations: Does it make a difference whether teachers observe their own teaching or that of others? *Teaching and Teacher Education*, 27(2), S. 259–267.
- van Es, E. & Sherin, M. G. (2008). Mathematics teachers' "learning to notice" in the context of a video club. *Teaching and Teacher Education*, 24(2), S. 244–276.

Angaben zu den Autor*innen

Sarah Brauns: Leuphana Universität Lüneburg, Didaktik der Naturwissenschaften, Sarah Brauns (M.Ed.) hat die Fächer Chemie und Mathematik auf Lehramt studiert und arbeitet als wissenschaftliche Mitarbeiterin und Doktorandin im BMBF-Projekt Nawi-In mit der Spezialisierung auf inklusivem naturwissenschaftlichen Unterricht und Lehrer*innen-professionalisierung.
sarah.brauns@leuphana.de

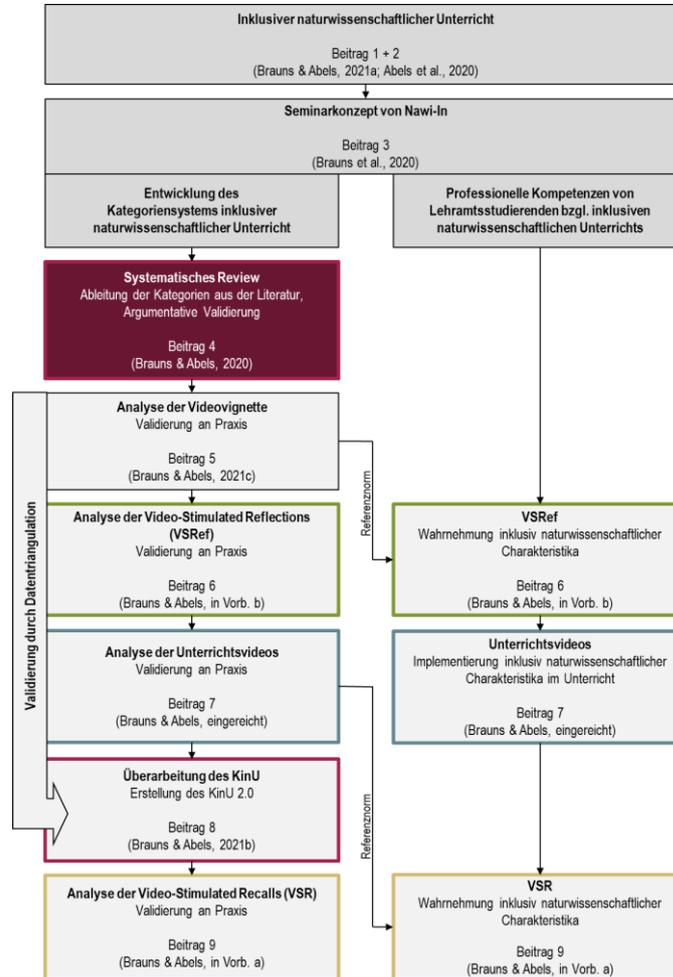
Daniela Egger: Leuphana Universität Lüneburg, Didaktik der Naturwissenschaften, Daniela Egger (M.Ed.) hat die Fächer Biologie und Deutsch auf Lehramt studiert und arbeitet als wissenschaftliche Mitarbeiterin und Doktorandin im BMBF-Projekt Nawi-In mit der Spezialisierung auf inklusivem naturwissenschaftlichen Unterricht und Lehrer*innen-professionalisierung.
daniela.egger@leuphana.de

Simone Abels: Leuphana Universität Lüneburg, Didaktik der Naturwissenschaften, Dr. Simone Abels ist Professorin für die Didaktik der Naturwissenschaften und die Projektleitung des BMBF-Projekts Nawi-In. Ihr Forschungsfokus liegt auf inklusivem naturwissenschaftlichen Unterricht, Forschendem Lernen sowie videobasierter und reflexiver Lehrer*innen-professionalisierung.
simone.abels@leuphana.de

Beitrag 4

The Framework for Inclusive Science Education

Sarah Brauns und Simone Abels



Brauns, S. & Abels, S. (2020). The Framework for Inclusive Science Education. *Inclusive Science Education, Working Paper, 1/2020*, 1–145. www.leuphana.de/inclusive-science-education

Beiträge der Autor*innen.

Konzeptualisierung	SB, SA	Methodik	SB, SA	Software	SB	Validierung	SB, SA, SW, DE
Analyse	SB	Untersuchung	SA, DE, KS	Ressourcen	SA	Originalentwurf	SB, SA
Überarbeitung	SB, SA, LSR	Beitragsleitung	SB	Projektleitung	SA	Finanzierung	SA



INCLUSIVE SCIENCE EDUCATION

THE FRAMEWORK FOR INCLUSIVE SCIENCE EDUCATION

2ND EDITION

**WORKING PAPER
IN
INCLUSIVE SCIENCE EDUCATION**

1/2020

→ www.leuphana.de/inclusive-science-education

INCLUSIVE SCIENCE EDUCATION

THE FRAMEWORK FOR INCLUSIVE SCIENCE EDUCATION

KATEGORIENSYSTEM INKLUSIVER NATURWISSENSCHAFTLICHER UNTERRICHT
(KinU)

Sarah Brauns, Simone Abels

Authors



Sarah Brauns, M.Ed.

Science Education | Institute of Sustainable Chemistry (INSC)
Leuphana University Lüneburg
Universitätsallee 1, 21335 Lüneburg
Sarah.brauns@leuphana.de



Prof. Dr. Simone Abels

Science Education | Institute of Sustainable Chemistry (INSC)
Leuphana University Lüneburg
Universitätsallee 1, 21335 Lüneburg
Simone.abels@leuphana.de

Imprint

Prof. Dr. Simone Abels
Science Education
Leuphana University Lüneburg
Universitätsallee 1
21335 Lüneburg, Germany

ISSN 2701-3766

Published online 10th September 2020

2nd Edition published online 25th February 2021

Issue 1/2020

Available at www.leuphana.de/inclusive-science-education

In the 2nd edition of the Working Paper on the Framework for Inclusive Science Education, the reading direction of the framework was mainly changed. In the previous version, the main categories were on the right side to make clear that the categories were originally derived from the literature. In order to better use the framework deductively in research and as a guide for lesson planning, the main categories are now on the left side, so that the categories become more and more concrete towards the right up to the subcode level.

In addition, the framework abstraction levels (p. 13) were no longer presented as a continuum because the levels are discrete. The listing of subcategories (p. 21 f) was adapted to include different levels of abstraction that were already present as subcategories in the framework. For the sake of structure and clarity, tables of contents, figures and tables have been added.

Citation

Brauns, S., & Abels, S. (2021). The Framework for Inclusive Science Education. *Inclusive Science Education, Working Paper No. 1/2020* (2nd ed.). Leuphana University Lüneburg, Science Education.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights. Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research. You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain. You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

Collaboration and Funding



THE FRAMEWORK FOR INCLUSIVE SCIENCE EDUCATION

Sarah Brauns, Simone Abels

The intention of this working paper is to provide the theoretical and methodical background of the Framework for Inclusive Science Education¹. While other publications of the authors only present selected parts of the framework, readers will find a quotable complete version of the framework in this working paper. Thereby the framework and its design are made comprehensible and transparent. Practitioners and researchers may use the framework or parts of it for their projects, but only with appropriate citation. To cite the current version of the framework: Brauns, S., & Abels, S. (2020). The Framework for Inclusive Science Education. *Inclusive Science Education, Working Paper No. 1/2020*, Leuphana University Lüneburg, Science Education. The year and version number have to be updated eventually.

ABSTRACT

In this working paper we introduce the Framework for Inclusive Science Education. For the data collection, we applied a systematic literature review. In the process, $n=297$ titles were generated, which empirically or theoretically address the issue of inclusive science education. The sample was analysed both qualitatively and quantitatively. In a qualitative analysis, categories that combine characteristics of science education with an inclusive implementation were inductively derived. In total, $n=935$ categories on different abstraction levels were derived, which represent the framework. $N=16$ main categories were identified, which display the characteristics of science education to be combined with inclusive pedagogies. For the quantitative analysis of the sample and the framework, descriptive statistics were performed and differences between sub-samples analysed. Over the last ten years, a significant increase in publications has been observed. Moreover, there is a minor representation in titles relating to pre- and in-service teachers working in inclusive science education. Overall, in this paper we present not only the framework itself, but also give recommendations for the application of the framework.

¹ The Framework for Inclusive Science Education is available on the pages 48-75, appendix E, and the German version on the pages 76-106, appendix F.

CONTENT

1. Introduction	1
2. Methodical approach	4
2.1 Research question	5
2.2 Data collection	5
2.3 Data analysis	8
2.3.1 Quantitative analysis of the sample	9
2.3.2 Qualitative analysis of the sample	10
2.3.3 Quantitative analysis of the framework.....	16
3. Results	16
3.1 Descriptive presentation of the sample.....	17
3.2 The Framework for Inclusive Science Education	21
3.3 Descriptive presentation of the framework	23
4. Discussion of and implications for the application of the framework	27
5. Validation of the framework and outlook.....	32
Acknowledgements.....	34
References	34
Glossary	38
Appendix	39
Appendix A: Search Protocol for the first search of data	39
Appendix B: Search Protocol for the second search of data.....	40
Appendix c: Search Protocol for the third search of data	41
Appendix D: Definitions of the main categories	42
Appendix E: The Framework for Inclusive Science Education.....	48
Appendix F: KinU - Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht	85
Appendix G: List of literature of the systematic review	127

FIGURES

Fig. 1. Search strategy.....	6
Fig. 2. Levels of abstraction of the framework.....	13
Fig. 3. Argumentative validation of the inductive category deriving.....	15
Fig. 4. Empirical and theoretical titles distributed over the years. Significant differences are marked with asterisks ($p < .05$).....	18
Fig. 5. Distribution of the number of titles referring to a wide concept of inclusion and to additional educational needs.....	19
Fig. 6. Distribution of the focus groups in the sample universe.....	19
Fig. 7. Main categories of the framework.....	21
Fig. 8. Number of empirical and theoretical categories on different levels of abstraction. Significant differences are marked with asterisks ($p < .05$).....	24
Fig. 9. Main categories with the highest number of categories.....	25
Fig. 10. Distribution of the empirical and theoretical paraphrases on the levels of abstraction of the framework. Significant differences are marked with asterisks ($p < .05$).....	26
Fig. 11. Main categories with the largest number of paraphrases.....	26
Fig. 12. Validation process of the framework and project procedure within Nawi-In....	32

TABLES

Tab. 1. Search terms for the first, second, and third search of data.....	7
Tab. 2. Variables and scales of the quantitative analysis of the sample.....	9
Tab. 3. Deriving categories from the publications.....	12
Tab. 4. Clustering the paraphrases to form categories (example on subcode level).....	14
Tab. 5. Development of the focus on teachers and student teachers in publications on inclusive science education.....	20

1. INTRODUCTION

Inclusive science education describes the connection between science education and inclusive pedagogy. One approach to present this connection is to clarify what we mean by science education and what understanding of inclusion we follow. The overarching aim of science education is to achieve “Scientific Literacy for all learners” (Bybee, 1997, p. 69). Scientific Literacy, as it is defined by the OECD (2019), is divided into three areas: content knowledge, procedural knowledge and epistemic knowledge. Firstly, content knowledge is subsumed as “explaining phenomena scientifically” and is described as “knowledge of the facts, concepts, ideas and theories about the natural world that science has established” (OECD, 2019, p. 99f). Secondly, the procedural knowledge is summarised as “evaluating and designing scientific enquiry” and is described as “concepts on which empirical enquiry is based, such as repeating measurements to minimise error and reduce uncertainty, the control of variables, and standard procedures for representing and communicating data” and “concepts of evidence” (OECD, 2019, p. 99f). Thirdly, epistemic knowledge is subsumed as “interpreting data and evidence scientifically” and is described as the “understanding of the role of specific constructs and defining features essential to the process of building scientific knowledge [...] [and the] understanding of the function that questions, observations, theories, hypotheses, models and arguments play in science; a recognition of the variety of forms of scientific enquiry; and understanding the role that peer review plays in establishing knowledge that can be trusted” (OECD, 2019, p. 99f). To take all learners into account, we follow a wide concept of inclusion that manifests the participation of all students in education independent of their diversity characteristics in abilities, age, ethnicity, gender, sexual orientation, religion and other (UNESCO, 2005; Werning, 2014). In practical implementation, however, a narrow concept of inclusion is often pursued, i.e., that mostly differentiation measures are designed for students with additional educational needs or migration background instead of providing learning opportunities which, due to their open design and self-determination, enable participation for all students without prior categorisation in the sense of stigmatisation (Florian & Black-Hawkins, 2011). The narrow understanding of inclusion is also reflected when only diversity dimensions of difference such as achievement potential or disability are used as labels (e.g., Scruggs, Mastropieri, & Okolo, 2008; Therrien, Taylor, Watt, & Kaldenberg, 2014). Particularly critical are publications that state a wide understanding of inclusion, but do not redeem this understanding in terms of empirical and/or practical application. Furthermore, there can be a third understanding necessary concerning all learners, but especially concerning vulnerable groups (Lindmeier & Lütje-Klose, 2015).

Thereby the focus is widened on marginalised learners, not only students with disabilities, but on all vulnerable groups who run the risk of being discriminated (ibid.) following the idea of “Education for all, and especially for some“ (UNESCO, 2005).

“Up to now, a scheme which systematizes and combines aspects of inclusive pedagogy and science education is still missing” (Stinken-Rösner et al., 2020, p. 30). With this introductory statement, Stinken-Rösner et al. (2020) draw attention to the fact that although discussions about the implementation of inclusion in schools have increased in recent years, the combination of inclusive teaching in subject matter education disciplines is still not fully established. Therefore, they developed a theoretical scheme for linking the perspective of inclusive pedagogy (acknowledging diversity, minimizing barriers and enabling participation, cf. Booth & Ainscow, 2016; UNESCO, 2005) and the perspective of science education (reasoning about scientific issues, learning science content, doing science, learning about science; cf. Hodson, 2014). This theoretical scheme shows possible connections between the demands of inclusion and science education. In this way, the scheme is intended to advance the basis of future research and lesson planning with the two perspectives thought together.

The approach of combining science education with inclusive pedagogy is also evident in the definition of inclusive science education by the members of the Network of Inclusive Science Education (German: Netzwerk inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (NinU)):

“Science education fosters inclusion by facilitating participation in science specific learning processes for all learners. By appreciating the diversity and individual prerequisites, science education involves individual and joint teaching and learning processes to promote scientific literacy” (Walkowiak, Rott, Abels & Nehring, 2018, p. 269).

On the one hand, this definition implies that inclusive approaches are compatible with science education. On the other hand, science educators would argue that on this general level the relation between inclusion and science education is not concrete enough. The understanding of science specific learning processes and the concretisation on how these connect to inclusive pedagogy are not explicit. Therefore, what is required are indications for action, specifying how science education can be implemented in an inclusive way. For this reason, we conducted a systematic literature review in order to establish a framework that can provide evidence how to implement inclusive science education. It is called the Framework for Inclusive Science Education (German: Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU)).

This framework provides the basis for our research in the Nawi-In project (Teaching Science Education inclusively (German: Naturwissenschaftlichen Unterricht inklusiv gestalten (Nawi-In)), which is funded by the German Ministry of Education and Research (no. 01NV1731). In this project, we investigate the development of student teachers competency profiles with regard to inclusive science education. More precisely, we evaluate student teachers' competency development in the first two of three semesters during a Master's program, which includes a research-oriented seminar. They gain theoretical foundations for inclusive science education and practice their noticing and reasoning skills through the analysis of science lesson video clips in the first of the three semesters (Sherin, 2007; Seidel, Stürmer & Schäfer, 2013; Stürmer, Seidel & Schäfer, 2013). Afterwards in the second semester the student teachers complete an school internship and conduct their own science lessons, which they also videotape and reflect. During the third semester, they analyse their own videos and present their results. The competency profiles of the student teachers are established by combining questionnaires on self-esteemed knowledge, attitudes and self-efficacy, the use of video reflections from other teachers' lessons, video analyses of classroom activities and video reflections of their own lessons (see outlook) (Brauns, Egger & Abels, 2020; Egger, Brauns, Sellin, Barth & Abels, 2019).

The concept of competency represents a complex construct, which can be related to larger factors and is conditioned by various influences such as bias, self-efficacy and motivation. For this reason, this study investigates the professional competency in the classroom and analysis competency on practice in the context of inclusive science education. In a very brief summary, competency is „the personal capacity to cope with specific situational demands“ (Kunter et al., 2013, p. 27). In our project, we focus on two areas of competency: Professional Vision (e.g. Sherin, 2007) and Professional Knowledge (e.g. Baumert & Kunter, 2006; Baumert & Kunter, 2011). Professional Vision describes a component of teaching expertise and can serve as an indicator for conceptual knowledge (Stürmer et al., 2013). For this purpose, teaching videos are often used for reflection (ibid.). Overall, Professional Vision is divided into two areas: Noticing and Knowledge-Based Reasoning (Seidel et al., 2011). The first evaluates what the student teachers see and observe, i.e., notice in teaching videos and the second evaluates how they interpret what they have noticed before (ibid.). With the help of the framework, it is among other possible to analyse the student teachers' noticing abilities when reflecting on teaching videos. More specifically, inclusive scientific characteristics, which are noticed by the becoming teachers in their own and other teachers' lessons, can be analysed. In addition, the framework will be applied to the videotaped teaching of the student teachers in order to analyse the teaching activities in school practice. Regarding professional knowledge, the framework can be used to enrich the

idea of pedagogical content knowledge with inclusive science characteristics which can be applied in practice.

On this basis, we set up the Framework for Inclusive Science Education that has shown to be very extensive. On the one hand, the methodological approach has been carried out comprehensively and, on the other hand, the framework itself is very large with a total of 935 categories². The framework increases in quality by presenting the methodical procedure of literature search and selection in detail. This working paper is intended to provide a guide that leads through the structure of the entire framework and gives references on its application in practice and research. The advantage of the working paper is the possibility for continuous update of the framework and a full picture of the status quo.

2. METHODOICAL APPROACH

“A research literature review is a systematic, explicit, and reproducible method for identifying, evaluating, and synthesizing the existing body of completed and recorded work produced by researchers, scholars, and practitioners” (Fink, 2009, p. 3).

With this definition, Fink (2009) summarises the characteristics of the systematic procedure of a literature review as a method for data collection. Following a strict methodical procedure in a systematic literature review and discussing the selection of literature are meant to lead to reduce the bias of the researcher (Feak & Swales, 2009). Moreover, the procedure is made transparent for other researchers. The procedure of Fink (2009), which is followed by this systematic literature review, contains seven steps:

1. Selecting a research question
2. Selecting bibliographic or article databases
3. Choosing search terms
4. Applying practical screening criteria
5. Applying methodological screening criteria
6. Doing the review
7. Synthesising the results

² For the use of certain terms a glossary is available on page 38.

The first step, selecting the research question, is particularly important in order to set a research focus for the review. Our systematic literature review focuses on the identification of characteristics of science education that are implemented inclusively in the classroom.

For the data analysis, categories are constructed inductively from the sample of the systematic literature review with the qualitative content analysis via focused summary according to Kuckartz (2016). The MAXQDA (version 20.0.7) software is used for technical support. The goal is to design a framework that structures the whole sample into categories of inclusive science education.

2.1 RESEARCH QUESTION

With the systematic literature review we answered the following question: What are the characteristics of inclusive science education. In order to show the connection between science education and inclusive pedagogy, we structure examples of inclusive science teaching following the characteristics of science education. The answer to the research question will be fundamental for the analysis of the subquestion, which characteristics of inclusive science education student teachers reflect on and show in teaching. To answer this subquestion the framework will be applied to the data as analysis tool.

2.2 DATA COLLECTION

In order to make the data search procedure comprehensible, it is presented here in detail (Fig. 1). The structure results from the fact that the search has been repeatedly revised. After the first search (left strand in Fig. 1), it became apparent that important publications by authors from the field of inclusive science education were not present in the sample, therefore the search terms were refined (middle strand). The third search was carried out at the beginning of 2020 in order to keep the literature as up-to-date as possible.

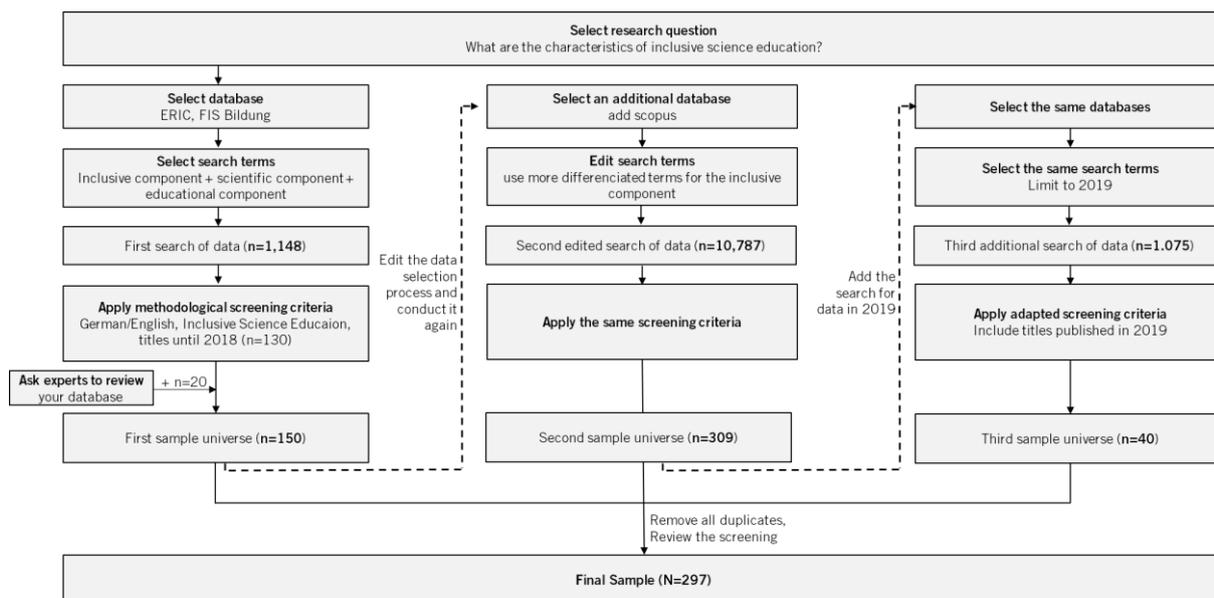


Fig. 1. Search strategy

The data collection relates to the research question what the characteristics of inclusive science education are. The databases “ERIC” and the German equivalent “FIS Bildung” were used in the first search. Both databases contain specific literature from the pedagogical field. In the second search, the database “Scopus” was added to further increase the search radius and to include respective authors of the field. All three databases were used in the second and third search.

In the next step, the search terms were selected (Tab. 1). The search terms always consisted of an inclusive, a scientific AND an educational component. Initially, in the first search only the term “inclus*” was used as the inclusive component, consequently, a substantial part of the inclusive scientific literature was not listed as those often operate with terms like heterogeneity or integration. The term “exclusion” was added to list the opposite and to lead to literature in an inclusive context. The search terms should be chosen carefully, because they essentially determine whether titles are listed in the literature search or not. In this case, it can be reflected that despite the revision of the search terms, words like diversity or equity are still missing, which could especially increase the international hits. The reason why, despite these missing search terms, some titles with the word “diversity” (e.g., Markic & Abels, 2014; Watt, Therrien & Kaldenberg, 2014; Nawarathne, 2019) appeared in the sample is probably, because keywords were specified for these titles, which were taken into account in the data search. The science and educational components were slightly adapted in the second and third search (Tab. 1).

Tab. 1. Search terms for the first, second, and third search of data

Language	Inclusive Component	Scientific Component	Educational Component
English	Inclus* ^{1, 2, 3} Heterogen* ^{2, 3} Integrat* ^{2, 3} Exclus* ^{2, 3}	Science ^{1, 2, 3} Natural science ¹ Early science education ¹ Chemistry ^{1, 2, 3} Biology ^{1, 2, 3} Physics ^{1, 2, 3}	Learning ^{1, 2, 3} Class ^{1, 2, 3} School ^{1, 2, 3} Primary ^{1, 2, 3} Secondary ^{1, 2, 3}
German	Inklus* ^{1, 2, 3} Heterogen* ^{2, 3} Integrat* ^{2, 3} Exklus* ^{2, 3}	Naturw* ^{1, 2, 3} Sachunterricht ^{1, 2, 3} Chemie ^{1, 2, 3} Biologie ^{1, 2, 3} Physik ^{1, 2, 3}	Unterricht ^{1, 2, 3} Primar* ^{1, 2, 3} Grundschule ^{1, 2, 3} Sek* ^{1, 2, 3} Weiterführende Schule ¹

(¹=first search, ²=second search, ³=third search)

When using the search terms, the combinations of the three components were formulated according to the search procedure of the databases, e.g., ERIC needs search terms like follows: “Inclusion AND science AND (learning OR class OR school OR primary OR secondary)”.³ In order to increase the quality of the data generation, only peer reviewed publications were considered in ERIC and Scopus. Furthermore, the ERIC and Scopus databases allow for searching in specific journals. We chose journals that were focused on science education or inclusive education so that the amount of data was feasible with the purpose of our inquiry. While the first two searches for publications were conducted until 2018, the third search was carried out once only for 2019 due to a turn of the year.

If we compare the publications found in the three searches, we count n=1,148 titles for the first data search, n=10,787 titles for the second search and n=1,075 titles for the third search. From the first to the second search, there is an enormous increase in the number of hits. This can result from different reasons. Especially, the terms of the inclusive component are often used in other contexts. The terms of this component may refer to processes at the molecular level, e.g, the integration of atoms into molecule structures, or to several meanings in the school context (e.g. Abramova, Shilova, Varankina & Rubanova, 2019; Abdella, Walczak, Kandl, & Schweinfus, 2011; Bardeche et al., 1980). In German, the word “integrative” also means the combination of chemistry, physics and biology into one subject called natural sciences. In this way, the revision of the search terms for the second search not only collected literature of the target group, but also literature that was eliminated again in the next step.

The search criteria were essentially the same in all three searches: time frame, language, school type, focus on inclusive science education. The only change that was made is that the first two searches include all titles until 2018 while the third search was restricted to 2019. A targeted search was conducted for publications in English

³ The search strings and the exact search history is available on the pages 39ff, appendix A, B, C.

and German. All titles that explicitly refer to inclusive science education were included. Titles that explicitly refer to school types other than primary and secondary education were excluded. Similarly, when it came to the inclusion of teacher students at the university level into a scientific subject, the titles were sorted out (diversity sensitive teaching, e.g., Godovnikova, Gerasimova, Galchun, & Shitikova, 2019; Ghanbari, 2015; Alheit, 2009; Fraser, Giddings & McRobbie, 1992). When implementing inclusion, we refer to science education on school level and the inclusion of students in school science education. This is equally the case, when student teachers are taught at university level how to implement inclusion in science education at school (e.g., Brauns, Egger, Abels & Barth, 2019; Benny & Blonder, 2018; Kahn, Pigman & Ottley, 2017; Abels & Koliander, 2014). As a result, titles were retained in the sample if, for example, they dealt with teaching concepts or materials without specific reference to school levels.

In the first step of the selection process, the samples were selected according to the titles, then the abstracts were read and selected. A total of $n=130$ titles were identified in the first search, the sample was reviewed by experts from the network of inclusive science education (NinU) and extended by $n=20$ titles. Overall, the selection process resulted in $n=150$ titles for the first sample, $n=309$ titles for the second sample and $n=40$ titles for the third sample. Since all search strands were carried out separately, they were then merged. All duplicates were removed and the screening was once more reviewed. Finally, all publications were read completely for the later qualitative content analysis, which resulted in further eliminations. This complete data search and selection resulted in a final sample of $n=297$ titles⁴.

2.3 DATA ANALYSIS

All titles in the sample were evaluated both quantitatively and qualitatively. The quantitative analysis not only describes the composition of the sample, but also shows the current state of research, which is represented by the systematic literature review. The aim of the qualitative analysis, which is the main focus of the literature analysis, was to derive categories from the literature to summarise characteristics of inclusive science education. All titles were evaluated with the qualitative content analysis via focused summary according to Kuckartz (2016) by inductively constructing categories from the data material. The basic approach is that paraphrases were derived from text passages, which were gradually abstracted more and more until they formed categories (Kuckartz, 2016). After the qualitative analysis of the literature resulting in the framework, a further quantitative analysis was carried out. The results of this can, for example, provide

⁴ The literature list is available on the pages 107-126, appendix G.

information on the main focus of the literature and which titles are most frequently cited in the framework.

2.3.1 QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE SAMPLE

For the quantitative analysis of the sample, data was collected and evaluated using the statistics software SPSS (version 25) with the following variables: publication language, publication type, conception, school type, focus group(s), year of publication and diversity dimension(s) (Tab. 2). All measurement levels were nominally distributed.

Tab. 2. Variables and scales of the quantitative analysis of the sample

Variables	Scale
Publication language	1=German, 2=English
Publication type	1=journal article, 2=chapter, 3=monograph
Conception	1=empirical, 2=theoretical
Type of school	1=primary school, 2=secondary school, 3=indefinable
Focus groups	1=students, 2=teachers, 3=student teachers, 4=indefinable
Year of publication	1=before 1990, 2=1990-1994, 3=1995-1999, 4=2000-2004, 5=2005-2009, 6=2010-2014, 7=2015-2019
Diversity dimensions	1=wide concept of inclusion, 2=ethnicity (culture), 3=socio-economic status, 4=gender, 5=organisational role, 6=additional educational needs, 7=age, 8=religion, 9=sexual orientation, 10=language, 11=highly gifted

Concerning the type of school, it should be noted that the scale element ‘indefinable’ was used when the school form could not be clearly assigned. The fact that these titles were included in the sample is due to the fact that titles were only excluded in the selection process if they explicitly referred to a school form other than primary and secondary school. If no clear assignment to a school level was possible, the titles were retained in the sample. For the variable focus groups, an assignment to ‘indefinable’ is also possible. There were publications in which the protagonists of instruction were the central theme. However, it could also happen that educational models, teaching materials or teaching concepts were presented in the literature. In these cases, the titles were assigned to ‘indefinable’. The diversity dimensions are essentially based on the “Big 8” (Krell, Riedmüller, Sieben & Vinz, 2007) and have been expanded by the wide concept of inclusion, language and high talent. The wide concept was used for titles that refer to the inclusion of all students rather than to individual diversity dimensions. This variable sets a contrast to the narrow concept of inclusion associated with additional educational needs (see introduction). The understanding of vulnerable groups was

not explicitly considered as it is not yet common in science education. Language has been considered separately from ethnicity because linguistic diversity is not always the cause of ethnical differences and in literature it is usually considered as a single factor. Whereas in the “Big 8” ability is listed as a facet, we have distinguished between the additional education focus and giftedness, because in the literature of our sample both are dealt with differently and even imply a contradiction.

Several means were used to assure the quality of the framework. Starting, the first 10 % of the literature were evaluated by a second trained coder. At that time the intercoder reliability in terms of Cronbachs alpha was 0.67. This dissatisfactory agreement may result from the fact that for the first part of the sample only the abstracts were analysed quantitatively. Both coders discussed each coding together along the data material. Afterwards, the whole sample was quantitatively analysed by one researcher. This led to the decision to read the texts completely for the analysis. All $n=297$ titles of the sample were read and coded according to the manual (Tab. 2). Finally, 10 % of the literature was again randomly selected and evaluated by the same second trained coder as above. The renewed intercoder reliability was 0.84. This result can be rated as good, but was not entirely satisfying for us. It became apparent that the variable of diversity dimensions caused this difference in the analysis. Therefore, all codes of this variable were reviewed and revised again. The difficulty in assigning diversity dimensions often lies in the fact that authors focus on one dimension but theoretically justify it with another dimension. As an example, a study investigates students with ethnic background. However, the theory in such an article describes the understanding of inclusion with a focus on special educational needs (e.g., Koomen, 2016). The reference to special educational needs is also sometimes made, although the authors explicitly mention that they refer to a broad understanding of inclusion. In these cases, it was necessary to discuss which diversity dimensions were actually addressed in the article.

2.3.2 QUALITATIVE ANALYSIS OF THE SAMPLE

The focus of the qualitative analysis is identification of categories for the Framework for Inclusive Science Education. We used the qualitative content analysis via focused summary according to Kuckartz (2016). Altogether, six guidelines serve as an orientation frame for the inductive category formation (Kuckartz, 2016):

1. Determine the goal of category formation on the basis of the research question
2. Determine category type and level of abstraction
3. Familiarise yourself with the data and determine the type of encoding unit
4. Edit the text sequentially and create categories directly on the text; Assign existing categories or create new ones

5. Systematising and organising the category system
6. Define the category system

In the following, the methodical procedure of the inductive category formation will be described in detail.

(1.) It is important to phrase a clear research question in order to be able to set a focus in the analysis. In our case, the research question was which characteristics of inclusive science education are suggested in literature. It is also relevant that a certain amount of prior knowledge of the subject area is available to the researcher so that passages in the text are considered relevant to the research question (Kuckartz, 2016). Based on the research goal, inductive categories should be formed that represent an aspect of science that has been combined with an aspect of inclusion. One can also ask the question of how a characteristic of science education is implemented in an inclusive way. In this case, the coders needed to be aware of what is specific about science education. It was necessary to know the scientific subject and to be able to distinguish it from other school subjects. When authors describe in the text how a characteristic of science education is implemented in the classroom, we first assumed that the implementation is meant to be inclusive, when the publication generally refers to inclusive education. However, at a later stage we will need to validate which categories actually contribute to inclusive science education.

(2.) The next step is to determine the level of abstraction of the categories. The goal of category formation was to construct categories that allow for precise statements about how exactly science education should be implemented in an inclusive manner. We wanted to obtain information that answer the question of what exactly can be done by (becoming) teachers in inclusive science education. First of all, codings were marked in the text and adopted as quotations of the text passages. From these codings, the paraphrases were made, which were as close as possible to the wording of the original text. Already the paraphrases were formed in such a way that they consisted of a characteristic of science education in combination with an infinitive representing means of inclusive pedagogy. This kind of construction ran not only through all paraphrases, but also through all categories. The example coding (Tab. 3) shows a coded section of text dealing with a thermometer that emits sounds and vibration pulses. The use of the thermometer represents the characteristic of science education, a scientific investigation method, which is adapted here inclusively. This example also shows that two aspects can be addressed in one sentence or with reference to the same characteristic of science education. In these cases, the individual aspects are each listed in their own paraphrase in order to be able to classify them later in the framework. An italic coding

in the framework means that the code is from empirical findings in the literature. Empirical findings have been tested as effective for inclusive science education. The paraphrases derived from this were then also marked in italics, so that it is clear which paraphrases originate from empirical results and which originally come from a theoretically formulated text passage.

Tab. 3. Deriving categories from the publications

Coding	Paraphrase
<p>„[...] <i>The device is suitable for temperature measurements in degrees Celsius, emitting sounds and vibration pulses similar to morse code, with a measuring scale ranging from -15°C up to 115°C. This thermometer will give the opportunity to participate actively in the acquiring knowledge process [...]</i>“ (Vitoriano et al., 2016, p. B)</p>	<p><i>Providing a device for temperature measurements emitting sounds similar to morse code</i> (Vitoriano et al., 2016, p. B)</p> <p><i>Providing a device for temperature measurements emitting vibration pulses similar to morse code</i> (Vitoriano et al., 2016, p. B)</p>

(Colour code: characteristics of science education, aspects of inclusive pedagogy, paraphrases with the focus on secondary education; italic paraphrases are derived from empirical studies)

(3.) The coding units were determined by one aspect occurring in a paraphrase of a coded text passage. The first objective is to choose a coding unit that is as small as possible to allow a paraphrase to be derived from it. This goal is always coupled with the condition that the coded passage must be coherently understandable for the coders and readers. This means that at least one-half sentence must be coded. This rule results from the fact that MAXQDA (version 20.0.7) is used as analysis software. After coding, this program lists all coded passages in a table separate from the original text. The coders must decide during the coding process whether the meaning of the coded unit can be understood without context. Therefore, a section with one aspect is to be coded at most. All parts except the methodological part were coded in each publication and of the final sample all titles were coded.

(4.) The coding procedure will now be determined. In the citation program Citavi, the literature in the sample was arranged by year, starting with 2019, and within years alphabetically. Due to the fact that the sample for 2019 was generated later, the first analyses were performed starting with 2018 and according to the alphabetical order. According to Mayring (2000), it is recommended to first analyse 10 % to 50 % of the sample using the inductive procedure. We started coding text passages with 30 % of the sample. Kuckartz (2016) states that the categories from the coding of the first part of the sample are usually applied to the further data in a deductive way. In our case, it turned out that we had to deviate from Kuckartz’s (2016) methodical approach. Already after the analysis of 30 % of the sample, the preliminary framework was already very comprehensive, so that it was not practicable to apply it to further data material. For

this reason, the remaining part of the sample was then analysed using the same inductive procedure. The inductive procedure had further advantages for the later quantitative analysis of the framework as well as for the intersubjective transparency of the methodical procedure. The focus was also on being able to trace a reference to each source even later. MAXQDA then listed a table with all coded text sections. Paraphrases were formed manually from each coding (Tab. 3). In this way, the wording of the original text could be preserved. This information is important as it demonstrates how abstract or how concrete inclusive science education is explicated in the literature. Our assumption was that the empirical works represent the connection between science education and inclusion more concretely than the theoretical works, but also that inclusive science education is described rather superficially and not very concretely at all. The consequence of the diversity of the literature was that a saturation did not occur in the analysed 30 % of the sample. In order to minimise the gaps in the framework and to be able to evaluate the contents of the literature quantitatively at the end, all other titles in the sample were analysed in full.

(5.) When the categories formed become gradually unclear and when hardly any more categories are found, the derived categories should be structured in a framework (Kuckartz, 2016). In our case, the first structure of the framework was formed after analysing the first 30 % of the sample. First, all paraphrases formed were clustered according to the superordinate characteristics of science education. In this way, 16 characteristics of science education were identified, which serve as main categories in the framework. In the next step, the paraphrases were sorted according to their degree of abstraction within each main category. In this way, the four levels of abstraction of the framework were created: subcode, code, subcategory, main category (Fig. 2). On the main category level, the characteristics of science education are presented and written together with “implementing inclusively” or similar. On the subcategory level, the type of the inclusive implementation of the characteristics of science education is summarized. Up to the subcode level these implementation suggestions become more and more concrete, but on the subcategory and code level they leave open the question of the concrete implementation. It is only at the subcode level that concrete instructions for teaching inclusively are given, leaving no questions unanswered.



Fig. 2. Levels of abstraction of the framework

Within the levels of abstraction, clusters were formed. In the example above in Table 3, a paraphrase from the text to a device for temperature measurements emitting sounds was derived from the coding. Similar paraphrases could have been formed from codings of other sources. These similar paraphrases were then combined into groups. In the process a cluster of different paraphrases was formed. In Table 4, all paraphrases refer to thermometers that make sounds. Each cluster has then been given a heading. In this example it is “Enabling the application of scientific investigation methods with acoustic thermometers”. This heading is later adopted for the framework and forms a category. In this case, the category is concretely formulated and is therefore at the subcode level. In this way, a first structure of the framework was created. All categories were assigned to the four different levels of abstraction depending on how concrete the implementation suggestion was (Fig. 2). When assigning the categories, it was noticeable that a similar structure was created at the subcategory level throughout the framework. Consequently, care was taken to ensure that the structure of the framework is as uniform as possible at the subcategory level. After this first procedure, Kuckartz (2016) suggests asking oneself how many categories are reasonably needed for the analysis, and to include economic factors as well as the goal of the research when answering the research question. Due to the large number of categories formed, the use of the framework for deductive analysis would have hardly ever been possible. One solution could have been to combine the categories to such an extent that the scope of the framework would have been reduced. Even if a maximum of ten main categories is recommended (Kuckartz, 2016), it was not expedient and not in line with the theoretical background to further summarise the 16 identified characteristics of science education. Furthermore, we found no concrete guidelines for inclusive science education in the literature sample. Definitions that were written at a general level tended to leave open the question of how exactly inclusive science education could be implemented. For this reason, the economic factor was rejected as the provision of concrete recommendations for action outweighed it. Therefore, inductive paraphrases were formed from the complete remaining sample, which were either added to existing categories or formed new categories.

Tab. 4. Clustering the paraphrases to form categories (example on subcode level)

<p><i>Enabling the application of scientific investigation methods with acoustic thermometers</i></p> <p>Providing a device for temperature measurements emitting sounds similar to Morse code, with a measuring scale ranging from -15 °C up to 115 °C (Vitoriano et al., 2016), Providing talking thermometers (Koehler & Wild, 2019), Providing alteration of common laboratory measurement devices for successful independent use by the visually impaired such as the substitution of talking thermometers for traditional visual thermometers (Watson & Johnston, 2007), <i>Providing a thermometer that provides information through beep sounds (Vitoriano et al., 2016)</i>, Providing audible electronic to understand temperature thermometers (Teke & Sozbilir, 2019)</p>
--

(Colour code: sources with the focus on secondary education; *italic paraphrases are derived from empirical studies*)

(6.) After arranging the categories within the first draft of the framework, definitions of the categories were established.

In a repeating review procedure by groups of researchers and revision by the authors, the structure of the framework was developed further until the current framework was created. It cannot be ruled out that, with advancing application of the framework and because of the vivid research field, it will be further revised. Reviewing and revising in the communicative process is a typical procedure in inductive category building to ensure the quality of the methodical approach. When it comes to the quality of the framework, Kuckartz (2016) points out that a distinction must be made between the creation of the framework and the application of the framework. When creating the framework, it is not possible to generate a perfect match between the coders. Therefore, all sub-steps of the inductive category deriving were optimised in ways of argumentative validation (Bortz & Döring, 2016) (Fig. 3).

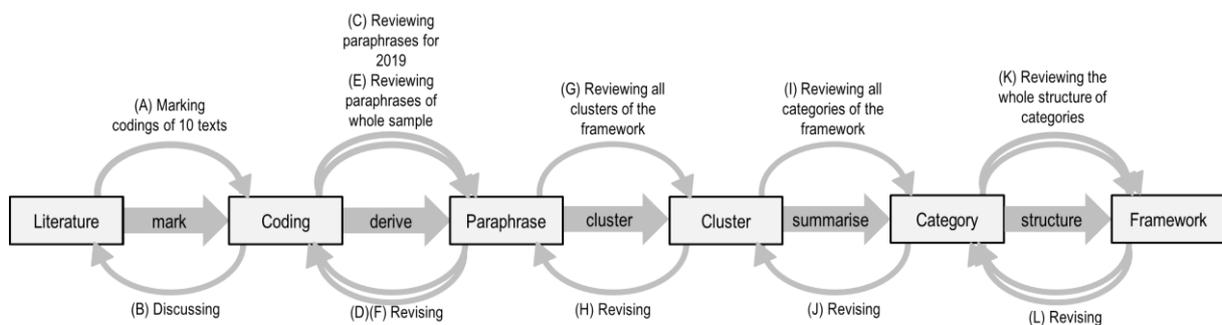


Fig. 3. Argumentative validation of the inductive category deriving

The validation process of the category deriving is divided into twelve steps. (A) Ten randomly selected publications were coded by two coders. This means that the two coders inductively marked codings in the text that relate to inclusive science education. The aim was to find similarities and differences in the identification of the characteristics of science education and to make sure that an inclusive implementation was marked for these characteristics of science education. Afterwards, the codes were discussed, the coding units were defined particularly clearly and it was also brought to mind once again that the emphasis in the coding should be on the characteristics of science education in order not to code generally inclusive statements and not to lose the subject-specific focus. (B) After the paraphrases had been formed for the 2019 sample, (C) the process of summarising a coding to a paraphrase was reviewed by the second researcher. Overall, these paraphrases were used to review the first 25 % of all paraphrases derived from the literature of the entire sample. The aim was to ensure that the paraphrases were specific to the subject and particularly close to the wording of the original text. (D) All critical points were discussed and revised. These discussions were taken into account in the further procedure. (E) Then the paraphrases from all codings were derived, and this whole process was again reviewed by the second researcher. (F)

All irregularities were subsequently revised. (G) A similar approach was followed for allocating the paraphrases to the clusters. An argumentative process was chosen again, and this time again the second researcher reviewed all clusters of the complete framework with the 1627 paraphrases. (H) Changes resulting from the discussions were incorporated into the clusters. This means that paraphrases that did not belong to one group were added to other groups or new groups were created. (I) Each cluster received its own headline and these category names were also reviewed, discussed and (J) revised in dialogue. (K) In the final step, all categories and their assignments to the respective subcodes, codes, subcategories and main categories were discussed and (L) revised by experts in this field and within the Nawî-In project. Some of the revision processes were carried out in cycles in order to continually optimise the framework. In this final revision process the inductive procedure overlapped with a deductive procedure. In order to make the framework transparent, we created a structure that is recurrent. Therefore, there is an interaction between the inductive and the deductive procedure. For this purpose, the wording was deductively standardized on the subcategory and code level. On the subcategory level, a uniform structure was chosen, which was adopted for all main categories, and on the code level, the wording can also be found under the various subcategories.

2.3.3 QUANTITATIVE ANALYSIS OF THE FRAMEWORK

After the framework was created, the categories and the paraphrases were each quantitatively analysed. The categories were evaluated by counting how many categories are listed in the respective abstraction level and in the different main categories. By counting the paraphrases, it can be determined which titles of the sample were cited most often in the framework and which categories or characteristics of science education are most often addressed in the literature. The categories were counted manually, while the citations were both counted through Citavi and checked manually. Using Citavi has the advantage that the program displays the number of citations per literature source automatically. The significances were calculated here with the Qhi-squared test and an alpha $\alpha = .05$ as in the quantitative analysis of the sample.

3. RESULTS

The presentation of the results is divided into three areas. First, the distributions of the sample are presented descriptively. Then, the presentation of the qualitative results, on which the focus of this paper is, are described. In this part, the Framework for Inclusive Science Education is not only presented, but also references for its application and

adaptation in further research are given. Finally, the results of the quantitative analysis of the framework are presented.

3.1 DESCRIPTIVE PRESENTATION OF THE SAMPLE

The quantitative analysis of the final sample is presented along the variables publication language, publication type, conception, type of school, focus groups, year of publication and diversity dimensions. Here a selection of the variables, which we surveyed, is shown descriptively and described in more detail, both individually and as cross-tables. The total sample consists of $n=297$ publications. Approximately one third of them are written in English and two thirds in German. Although the majority of the collected literature was found in English databases, a large part of the English literature was excluded in the selection process. This is due to the fact that the articles mostly focused on scientific subjects and did not show any connection to inclusive education. Next time, the search terms should be revised, for example, terms such as diversity should be included in the search terms, i.e., the search strings in the databases should be adapted again for a more international perspective.

If we look at the distribution of empirical and theoretical publications over the years, we can see that the number of titles has risen sharply, especially in the last ten years (Fig. 4). This is probably a consequence of the UN Convention of 2006, which established an agreement for the rights of people with disabilities and other vulnerable groups and which was gradually signed and ratified by the countries (United Nations, 2006). Germany ratified the agreement in 2009, which was a factor that stimulated the discussions on inclusive education. Accordingly, Figure 4 shows that the number of publications has increased along with the theoretical discussions. Particularly in the last five years, the empirical papers have risen sharply and exceeded the number of theoretical papers today. Initially, the difference of titles from 2005-2009 to 2010-2014 ($X^2(1, N = 114) = 5.053, p = .025^*$) is significant. While in the period from 2010 to 2014 $n=31$ empirical and $n=54$ theoretical titles were published, in the following period from 2015 to 2019 there have already been $n=79$ empirical and $n=69$ theoretical titles. The number of empirical and theoretical publications differ significantly within the periods 2000-2004 ($X^2(1, N = 18) = 5.556, p = .018^*$) and 2010-2014 ($X^2(1, N =$

85) = 6.224, $p = .013^*$). This is a welcome development, since inclusive science education can be further developed, especially if empirical studies can demonstrate how inclusive practice can be effectively implemented.

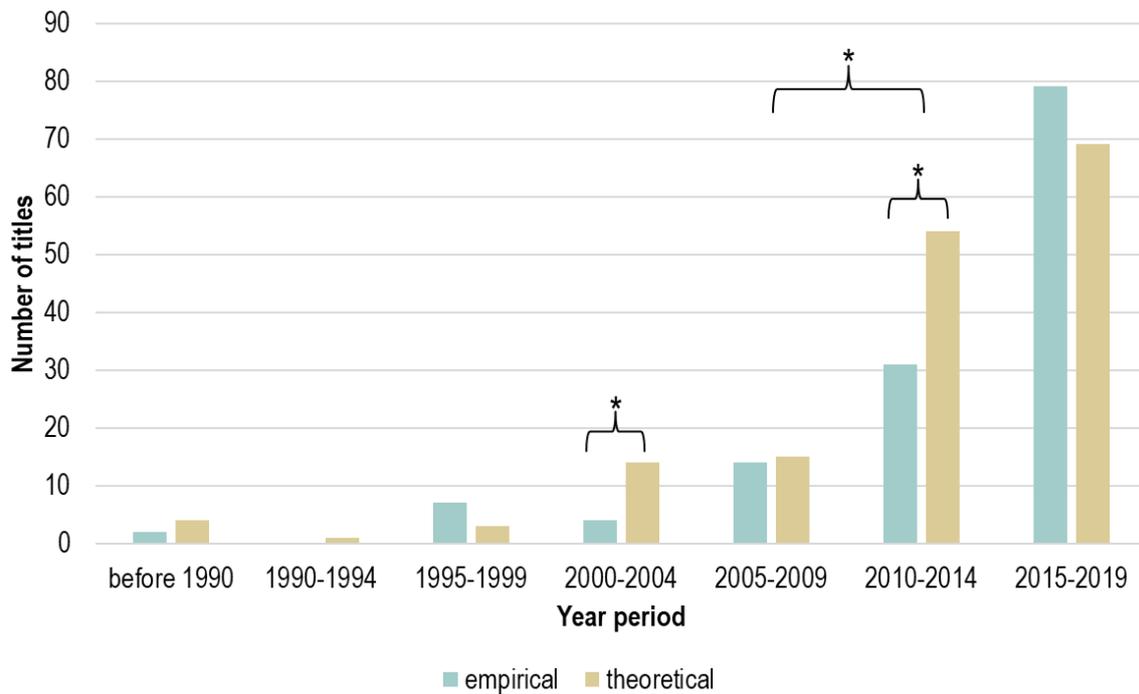
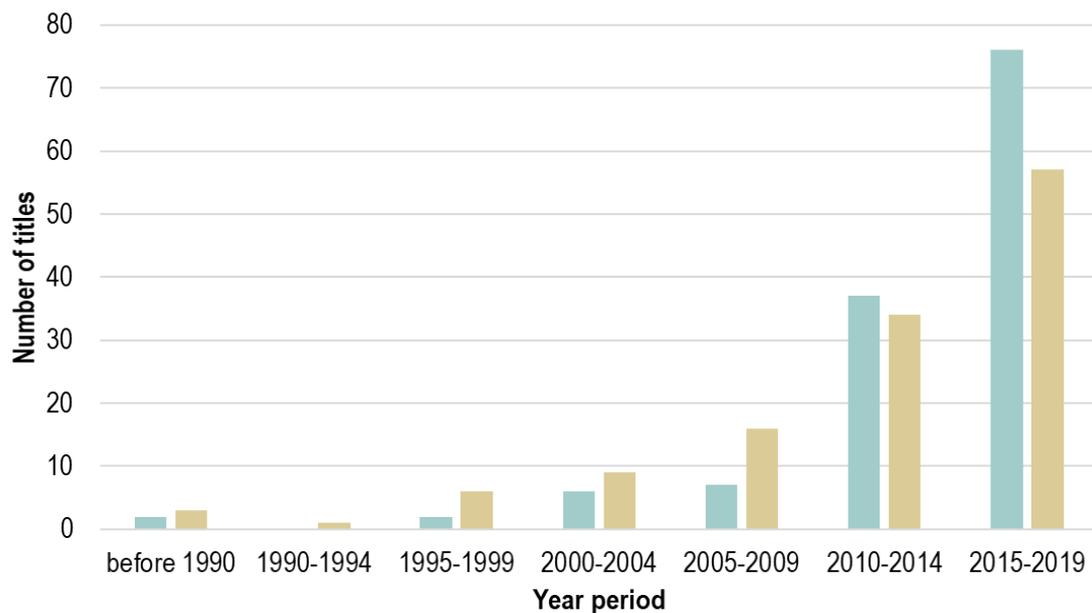


Fig. 4. Empirical and theoretical titles distributed over the years. Significant differences are marked with asterisks ($p < .05$).

Although the UN Convention refers to people with disabilities, which implies at first sight a narrow understanding of inclusion, the distribution of the concepts of inclusion over the years (Fig. 5) in the dataset shows that not a certain but both the wide and the narrow concept of inclusion are addressed more and more. The wide concept of inclusion includes various dimensions of diversity. All titles, which do not focus on a single diversity dimension, but include all individualities of the students, are summarized in this category. Essentially, it means that all students can participate in science lessons. No additional educational needs are labelled in a deficit-oriented manner, but all students with their individual abilities are taken into account. The wide concept of inclusion is contrasted by the additional educational needs concept, which follows a narrow understanding of inclusion. To compare the distributions of both concepts, the graph shows that the number of titles with the wide concept of inclusion increases more steeply than the number of titles with the narrow concept. For comparison, the number of papers which focus on a wide concept of inclusion increase from $n=37$ (2010-2014) to $n=76$ (2015-2019) and for additional educational needs as the narrow concept of inclusion from $n=34$ (2010-2014) to $n=57$ (2015-2019). Nevertheless, this difference is not significant ($X^2(1, N = 204) = 2.373, p = .123$).



■ Wide concept of inclusion ■ Additional educational needs

Fig. 5. Distribution of the number of titles referring to a wide concept of inclusion and to additional educational needs

If we look at the distribution of focus groups in the final sample universe (n=297), which illustrates the emphasis in the publications, two groups stand out: the students with 40.7 % and the indefinable group with 39.7 % (Fig. 6). ‘Indefinable’ includes all titles that have no specific reference to protagonists of the publication. This means that, for example, teaching concepts, educational models or teaching materials are discussed.

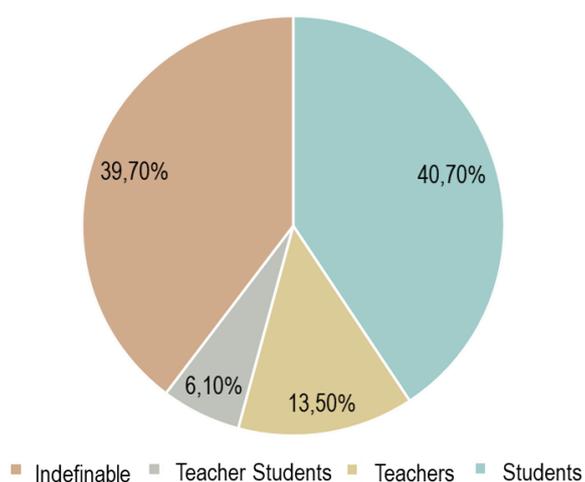


Fig. 6. Distribution of the focus groups in the sample universe

In only 13.5 % of the publications teachers are researched or thematised. It is particularly noticeable that only 6.1 % of the titles focus on student teachers. This shows the strong need for pre- and in-service research. Focusing on student teachers is a prerequisite for advancing and further developing teacher education with regard to inclusive

science teaching. It should not be neglected that student teachers are the ones who can take the new findings on inclusive science education into school.

With a deeper look into the two focus groups teachers and student teachers, the distribution of publications over the years shows that individual publications of both focus groups have already appeared between 1995 and 1999 (Tab. 5). Regarding teachers, an increasing trend began between 2005 and 2009. For student teachers, there was one publication between 2010 and 2014, but the actual work in this field has only begun in the current period from 2015 to 2019.

Tab. 5. Development of the focus on teachers and student teachers in publications on inclusive science education

	Before 1990	1990- 1994	1995- 1999	2000- 2004	2005- 2009	2010- 2014	2015- 2019
Teachers	0	0	3	0	8	7	22
Student teachers	0	0	1	0	0	1	16

In summary, especially the last decade (since 2010) a steep increase in publications in the field of inclusive science education is noticeable. A similar development can be observed for empirical publications as well as for publications with a focus on teachers and becoming teachers.

3.2 THE FRAMEWORK FOR INCLUSIVE SCIENCE EDUCATION

The Framework for Inclusive Science Education is presented in full in the annex D (Tab. 8). It consists of 16 main categories⁵ as listed in Figure 7. In green are the characteristics of science education marked which run through all levels of the framework with the same name. This means, for example, that under the category inquiry-based learning the term is used for all categories at sub-category level, code level and subcode level. The degree of abstraction level is determined by the red-coloured addition to the characteristic of science education. Here at the level of the main categories terms such as “developing inclusive...”, “adapting ... for inclusive education”, “teaching ... inclusively”, “creating inclusive ...” are used. This highest abstraction level is intended to list the characteristics of science education and connect them to a phrase of inclusion. This very general level of the main categories does not answer in any way how the characteristics of science education can be implemented in inclusive practice.

Creating inclusive science learning environments	Adapting security for inclusive education	(Developing inclusive) diagnostics for scientific specifics	Teaching scientific concepts inclusively	Creating inclusive scientific contexts
Teaching the understanding of nature of science inclusively	THE FRAMEWORK FOR INCLUSIVE SCIENCE EDUCATION			Enabling the development of scientific terminology inclusively
Creating inclusive data evaluation and result presentation				Creating inclusive inquiry-based learning
Developing students' science conceptions inclusively				Teaching scientific phenomena inclusively
Creating inclusive application of scientific research methods	Creating inclusive scientific documentation	Developing inclusive scientific information media	Creating inclusive generation of hypotheses and research questions	Teaching scientific models inclusively

Fig. 7. Main categories of the framework

To specify the connection between the characteristics of science education and the inclusive implementation, the further levels of the framework are necessary. At the sub-category level, a recurring pattern is used in the additions to the characteristics of science education regarding the terms of inclusive pedagogy. Essentially, the order of the subcategories is as follows for each main category, whereby it should be noted that the omission always mean a characteristic of science education.

1. Enabling ... materially guided
2. Enabling ... action-oriented
3. Supporting ... linguistically
4. Enabling ... digitally
5. Supporting ... cognitively

⁵ The definitions of the main categories are available on the pages 42-47, appendix D.

6. Supporting... communicatively
7. Enabling ... through various degrees of openness
8. Creating ... on different levels of requirements
9. Creating ... on different levels of abstraction
10. Enabling ... reflectively
11. Pre-teaching ...
12. Enabling ... at certain learning locations
13. Enabling ... in a constructive learning atmosphere

(1.) Materially guided refers to all things that can be perceived by the students with their senses. This includes visualisations, auditory materials, help cards etc. Categories are called for example "Enabling inquiry-based learning materially guided" or "Enabling scientific concepts materially guided". (2.) Activity-based includes actions such as experiments or exploratory learning that the students carry out. (3.) Linguistic support is used, for example, in connection with adaptations in easy language. (4.) Technology-based includes materials and equipment used which are meant to be digital implementations to foster inclusion in science teaching. (5.) Learning strategies are cognitive supports that are given to the students so that they can apply strategies for learning as independently as possible. (6.) Communicative support includes offers that are given orally, for example, by peer-support, by a learning group, and by the teacher as a learning companion. Work in multi-professional teams is also included under communicative support. (7.) Different degrees of openness describes the degree of guidance. Students can have strict guidelines for learning science or be more freely involved with a higher degree of self-activity. The different degrees of openness should not be confused with different levels of requirements. For example, if a new scientific method is introduced, it may be more teacher-led, but still place high demands on the learners' cognitive or practical skills (cf. Abels, 2015). (8.) The different levels of requirements describe how to address different levels of student competencies. (9.) Different levels of abstraction can occur in science teaching. Accordingly, the level of abstraction can be on a concrete phenomenal level or abstract thought processes can be on a molecular imaginary level (cf. Johnstone, 2000). (10.) Reflecting on a specific scientific feature is in some parts of the framework less and in other parts more superficially presented. It means, for example, that characteristics of science education are conveyed in distinction to something else. For example, when models are reflected, they are distinguished from reality or the existence of different models is justified. (11.) Pre-teaching is used when teachers prepare students in school for the actual science lesson. (12.) Different places of learning can be attended in or out of school. These include, for example, school laboratories, school gardens or museums. (13.) Finally, enabling a constructive learning atmosphere means, for example, that the students and their potential, but also any mistakes that occur, are respected and valued.

Only subcategories, which occurred in the literature are included in the framework. Therefore, not all main categories contain all theoretically possible subcategories. Although a comprehensive system of categories has been established based on the literature, there are gaps which we did not want to fill theoretically or arbitrarily, but which will be filled by further research and application. The Framework for Inclusive Science Education is a helpful tool to make these gaps visible.

With regard to the subcategories, it should also be noted that the first main category 'Developing inclusive science learning environments' has a different structure than the other main categories. This results from the fact that a room is adapted here that "behaves" differently from, for example, materials that the students use or actions that the students perform. Overall, on the subcategory level it can be seen in which directions adaptations can go in order to make the characteristics of science education more inclusive. However, the question of what exactly a teacher can do to make science lessons inclusive cannot be answered at this level either.

The next specific level in the framework is the code level. The code level also contains recurring terms. This level already gives concrete instructions on how the characteristics of science education can be implemented in an inclusive way. The instructions for action are given in even more detail at the subcode level. These categories leave no question of implementation unanswered. At this level, the distinctive feature is that the structure of the categories differs from the categories of the other levels of abstraction. While at all other levels a category consists of the characteristic of science education with an inclusive infinitive, at subcode level the category is formed with three dots and the inclusive implementation as a modal adverbial (e.g. "... by short sentences", "... with glossaries"). With the three dots, a link is made to the higher-level code whose wording is specified at this level. This means that the questions "what?", "with what?", "how?" are answered in a reduced form in relation to the higher-level code. The reductions were made in order to provide clarity and to simplify the reading of the framework.

3.3 DESCRIPTIVE PRESENTATION OF THE FRAMEWORK

The framework was analysed in terms of the distribution of the paraphrases and the categories. To repeat the terms, the paraphrases were initially clustered. Each paraphrase originates from a single citation. The clusters of paraphrases were then combined into headings, each of which represents a category. Overall, the categories or the paraphrases enclosed can be located on the four levels of abstraction of the framework.

The framework contains in total of $n=935$ categories. These are divided into $n=421$ subcodes, $n=368$ codes, $n=130$ subcategories and $n=16$ main categories (Fig. 8). We recall that categories were marked as empirically tested if they contain at least one paraphrase derived from empirical evidence. The distribution of empirical and theoretical categories shows that at subcode and code level over 40 % of the categories are empirical. At the subcategory level, over 20 % are empirical, while at the main category level almost 70 % are considered as empirical. In summary, the ratio of empirical categories to the total quantity is 0.41, which is lower than the ratio of theoretical categories to the total quantity. The difference between empirical and theoretical categories is significant at the subcategory level ($X^2(1, N = 130) = 15.934, p = .007^*$) and the main category level ($X^2(1, N = 16) = 5.065, p = .024^*$). Note that each category considered as empirical can also contain paraphrases originating from theoretical papers.

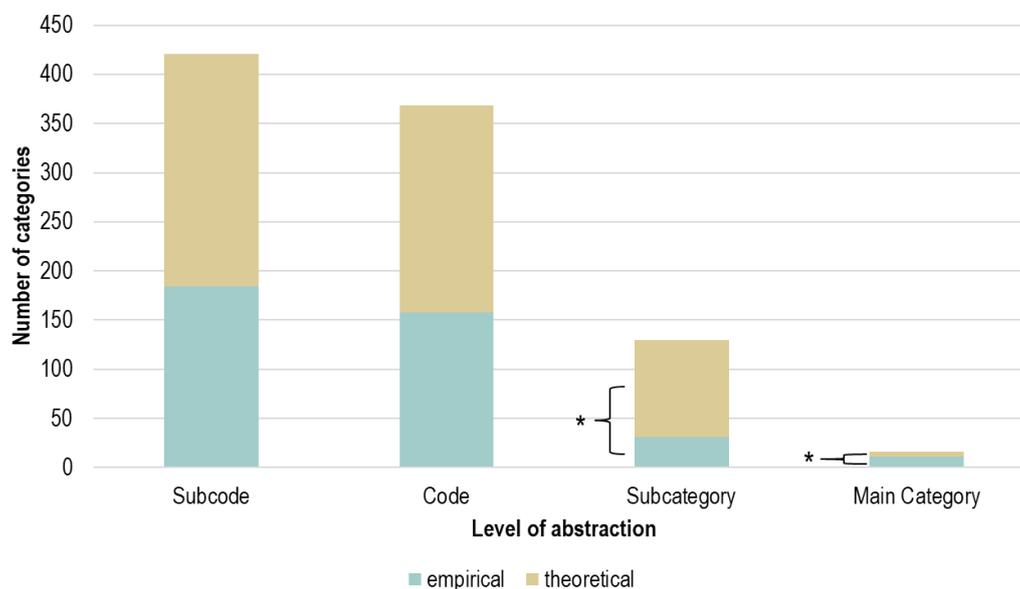


Fig. 8. Number of empirical and theoretical categories on different levels of abstraction. Significant differences are marked with asterisks ($p < .05$).

The quantitative analysis of the categories also shows which main categories are the largest regarding the number of all underlying categories (subcategories, codes and subcodes). This provides information about which characteristics of science education are described extensively in the literature. The five largest main categories include ‘Teaching scientific concepts inclusively’, ‘Developing inclusive scientific information media’, ‘Teaching scientific terminology inclusively’ and ‘Creating inclusive inquiry-based learning’ (Fig. 9). Among these main categories, between 89 and 126 categories are listed. The other main categories, which are not listed in Figure 9, have between 20 and 55 categories.

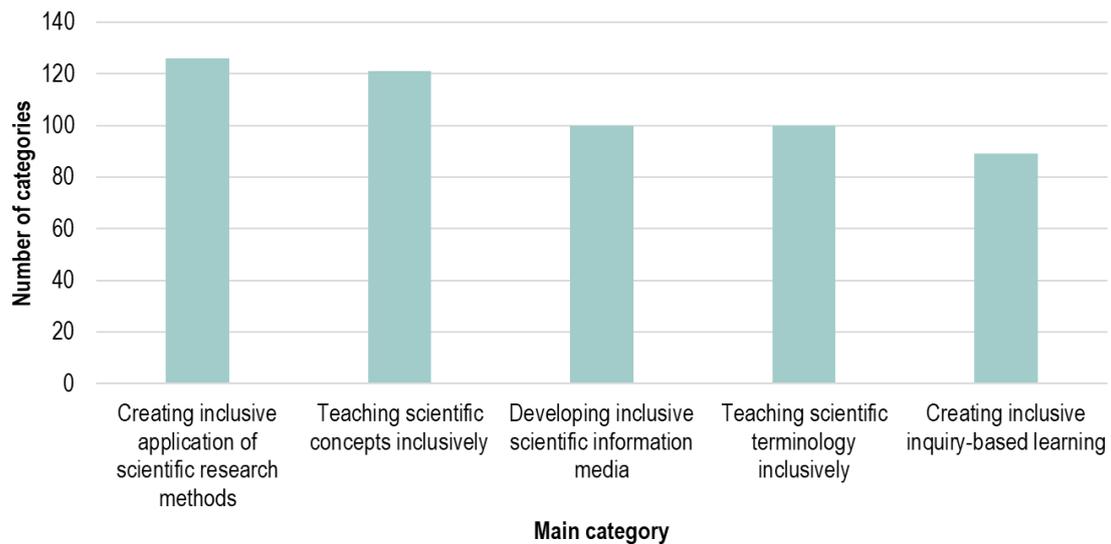


Fig. 9. Main categories with the highest number of categories

The paraphrases were derived directly from the coded text passages. Each of the passages contains a single aspect and was quoted individually via Citavi. In this way, their quantitative analysis can establish a link from the framework to the literature and can provide conclusions about the content structure of the literature in the sample. Altogether $n=1627$ paraphrases were generated from the literature, which were later combined into categories. Of these, $n=1023$ were derived from theoretical and $n=604$ from empirical publications. More precisely, the difference between the theoretical and empirical paraphrases becomes apparent in the distribution across the abstraction levels of the framework (Fig. 10). $N=603$ paraphrases at subcode level, $n=633$ paraphrases at code level, $n=206$ paraphrases at subcategory level and $n=185$ paraphrases at main category level were derived from the text. The distribution of empirical paraphrases in the total amount of paraphrases per level of abstraction increases from main category level to subcode level. At the main category level, the percentage of empirical paraphrases in the total number of paraphrases per abstraction level is 25 %, at the subcategory level the percentage is 33 %, at the code level the percentage is 39 % and at the code level 40 %. The difference between the empirical and theoretical paraphrases is significant at the main category level ($X^2(1, N = 185) = 10.883, p = .001^*$). As we previously outlined the gaps in inclusive science education (see section 1.), this comparison shows that the parts in the literature that bring together the connection between science education and inclusion are mostly theoretical, but have not yet been empirically tested.

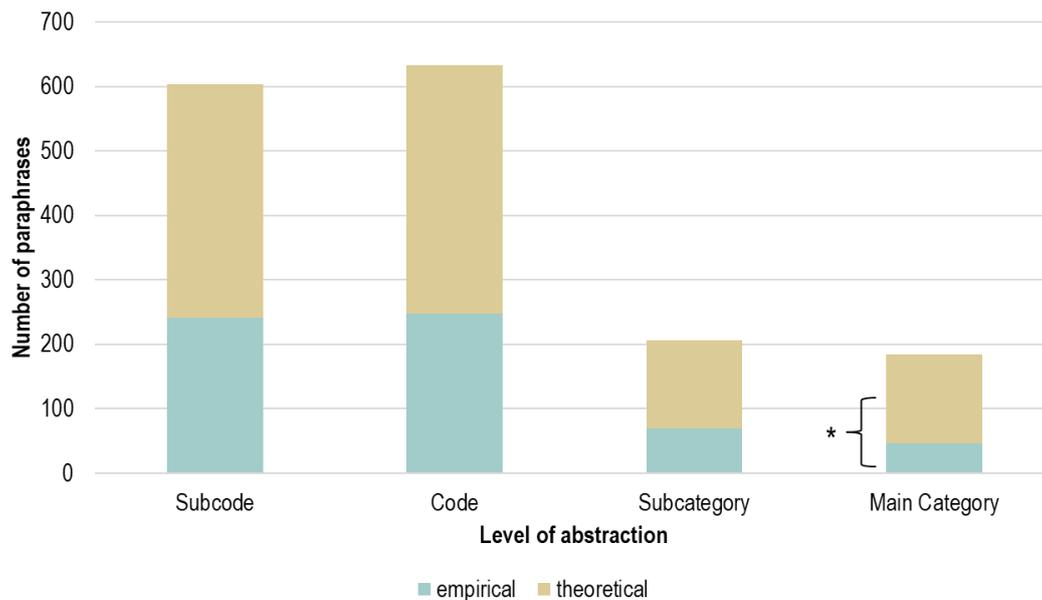


Fig. 10. Distribution of the empirical and theoretical paraphrases on the levels of abstraction of the framework. Significant differences are marked with asterisks ($p < .05$).

In Figure 11, the distribution of paraphrases regarding the main categories is shown. This describes on which level of abstraction inclusive science education is depicted in the literature. It can be seen, that the paraphrases are most frequently found in the main categories ‘Teaching scientific concepts inclusively’, ‘Creating inclusive inquiry-based learning’ and ‘Creating inclusive application of scientific research methods’ with a number of paraphrases from $n=238$ to $n=252$. These main categories are closely followed by ‘Developing inclusive information media’ and ‘Teaching scientific terminology inclusively’ with a number of paraphrases of $n=195$ and $n=182$.

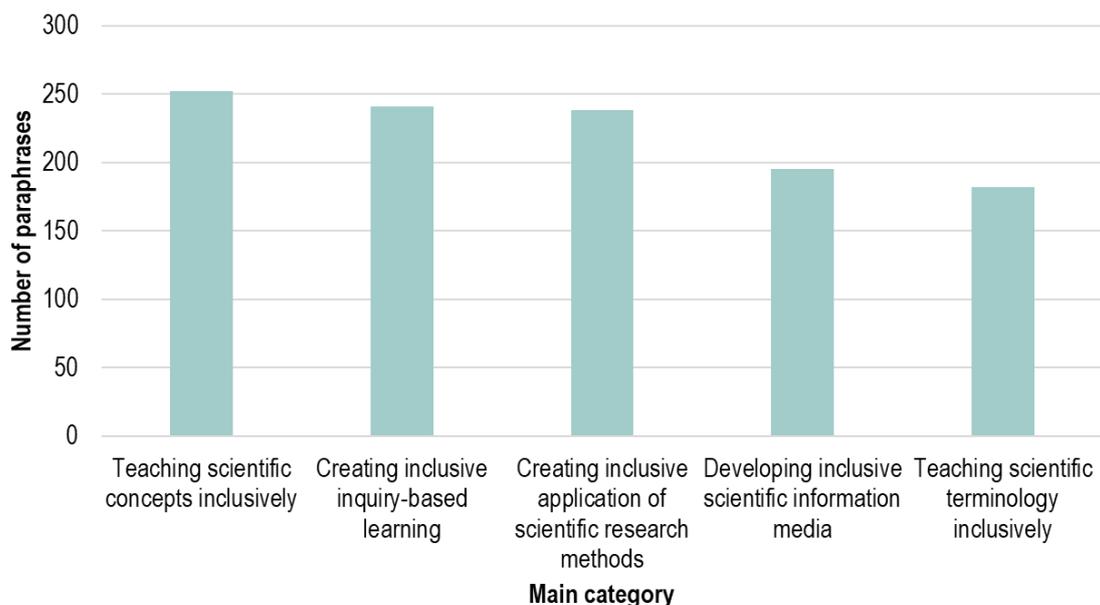


Fig. 11. Main categories with the largest number of paraphrases

If we compare the main categories with the most categories and paraphrases, the same five main categories are listed in each case. This shows that the category deriving adequately summarises the data. There are differences in the number of paraphrases, i.e., how often content is taken from the literature, and the number of categories derived from it. This difference is particularly evident in the main category for inquiry-based learning. Considering the number of paraphrases it is in second place and considering the number of categories in fifth place. Here, more paraphrases were combined in clusters than, for example, in the main category of scientific concepts. The difference between the empirical and theoretical elements is greater for the paraphrases than for the categories. This means that the share of empirical elements is smaller for paraphrases than for categories.

In summary, it can be stated that the framework itself is very large due to the categories, summarised by the methodical derivation of the categories through the paraphrases. In relation to each other, from subcode to subcategory level, on average between 1.4 and 1.7 paraphrases are combined into one category. With this number the framework is rather delicate. We will discuss later why a higher degree of summary is not appropriate for our purposes.

4. DISCUSSION OF AND IMPLICATIONS FOR THE APPLICATION OF THE FRAMEWORK

Overall, the systematic literature review allows understanding the development of the state of research regarding inclusive science education. The quantitative analyses show the extent to which research in this area has developed and provide information on the quantitative structure and extent of the framework. The categories of the framework were generated by the qualitative analyses. These results do not only provide clues for the implementation of inclusive science education, but also indicate which areas or characteristics of science education are (not) addressed in literature up to now.

As the data search forms the basis of a systematic literature review, it has to be reflected upon first. The use of the search terms is decisive for the hits that are later available in the sample. During our data search, it became clear that despite the revision of the search terms, relevant terms such as “diversity” did not occur. Furthermore, we did not consider that in an international context the term “equity” is used for discussions on inclusion rather extensively. This limits the sample and the results generated from it. Another option for revising the data search is to use other than the listed databases. That means that a manual search in Google Scholar or on platforms like ResearchGate can be done as well. In our case it became clear that some titles were not listed during

the data analyses, e.g., because the journals were not listed in the databases (e.g., Abels, 2019).

Also, it can be noted that the development of research in inclusive science education is rapidly increasing. Starting around 2010 there is a significant increase in publications. The overall increase is the strongest of all increases in the published literature since 1975 (Fig. 4). This development seems to indicate that the demand for work in inclusive science education is being addressed. A similarly positive development can be observed in relation to the wide concept of inclusion. The publications show a strong increase. Due to the fact that in our sample only a small number of titles refer to specific diversity dimensions such as ethnicity, gender or language, there are two possible reasons for this small number. Either the data search has to be specifically targeted to specific diversity dimensions, or little has been published in these fields of research so far – which is definitely not true for gender. This could mean that publications on certain diversity dimensions do not use keywords related to inclusion.

In the quantitative analysis, we did not present the comparison of publications with the focus on primary and secondary school. Nevertheless, this comparison can be very interesting, since science education differs between the primary and secondary level, for example, especially in teaching and learning the scientific concepts. While the concepts of science in primary school are mainly at the phenomenal level, the level of abstraction (molecular or atomic level) increases with grade. At the phenomenal level, concepts can still be perceived with human senses. At the more abstract molecular level, for example, a certain amount of abstraction ability is required of the students. In terms of teaching scientific concepts, the implementation of inclusion can reach its limits at this point as a difficulty of the access to the abstract concepts may occur (Abels, 2020). Although we have not coded the different subjects (chemistry, biology and physics) in the quantitative analysis yet, it would be interesting to distinguish in which subjects the inclusive implementation of characteristics of science education is primarily discussed.

The quantitative analysis of the focus groups shows the relatively small proportion of literature in the sample that is devoted to student teachers, but also to teachers. However, in order to be able to make science education inclusive, these are the protagonists responsible for the implementation of inclusive practice. For a long time teachers were not prepared for inclusive science education (Abels, 2019; Kahn, Pigman & Ottley, 2017). They were apparently left out in the process of implementing inclusion. This may also be a reason for the low level of research in this area.

All in all, the overview of the quantitative analysis of the framework shows how extensive the framework is. With a total of $n=935$ categories the framework is rather uncommon in practical use. For this reason, we give information on how the framework can be

applied later in this section. Although the framework has a large scope, it does not claim to be complete. If we compare the main categories, which essentially represent the characteristics of science education, with the goals of science education displayed by the OECD (2018), the characteristics of science education derived from the literature reflect the content of scientific literacy. The fact that the framework has gaps is obvious by looking at the subcategory level. A total of twelve different ways of implementing inclusion in the characteristics of science education were found at this level of abstraction (Section 3.2). However, not every main category is filled with all twelve different subcategories. This results from the fact that categories were only formed if they could be derived from literature. The structure of the subcategories essentially reflects the areas of the inclusive implementation of scientific characteristics. The extent to which these would need to be differentiated in order to emphasize important aspects of inclusive science education needs to be discussed. An example of this are the subcategories for science concepts and students' scientific conceptions, whether the enabling of different levels of abstraction should be given its own subcategory instead of falling under the subcategory of different levels of requirements. Nevertheless, for the consistent structure of the framework we have deductively modified the subcategories. Further publications are needed to fill these gaps. In process of developing the framework, it has to be taken into account that the categories or the framework are the result of an interaction of the English and German language. While the paraphrases were still derived in the original language of literature, the paraphrases were combined into categories in German. For this publication the German categories were then translated into English. By matching the English paraphrases, an attempt was made to stick to the original wording whenever possible. However, due to the summarization and translation processes, deviations may have occurred. It should be noted that this framework is to be understood as dynamic. This means that it will change in the future and will be expanded or reduced in some places. In order to represent the first stage of the framework and to be able to illustrate explicitly that the results from the literature up to 2019 are presented here, we decided not to fill the subcategories abductively at this stage. On the other hand, we have added a category "other" on the subcategory level, which is meant to emphasize that the framework is extensible. By using the framework in our Nawi-In project, we will provide more updated versions of the framework in the future. Furthermore, further publications on the use of the framework are expected. This working paper has been prepared to ensure that sufficient consideration is given to the complex methodological approach of the systematic literature and data analysis. We will refer to this working paper in further publications on the contents of the framework and in which the main categories and characteristics of science education will be explained in detail.

The framework illustrates which areas of inclusive science education have been addressed in a more differentiated manner in theory and research and where a need for further theoretical discussions and empirical studies is. The OECD (2019) shows that the specificity of science education is already very clear, nevertheless the inclusive implementation of teaching and especially of subject teaching is not always distinct. The challenge lies in the fact that an inclusive implementation cannot only be presented theoretically, but that it must be empirically tested whether the implications of the framework actually lead to the implementation of inclusion in science education. The question here is which of the categories constitute truly inclusive science education and which categories just represent “good” science education. It is not always possible to determine from a single category whether this category is in fact inclusive. One example is to teach scientific concepts through technical language. Whether this implementation is just part of an ordinary science class or whether this example leads to an inclusive implementation is not clear. The reason for this is that the contents of the categories for this status were adopted from the literature without being discussed and selected theoretically with regard to the reference to inclusive implementation, and without being applied in practice. It is questionable in which form our project will be able to clarify the question of the actual inclusive implementation, if for its verification not only the teachers’ perspective is to be considered, but also the students’ and their well-being in class (Brauns, 2020). We can validate the extent to which the framework can be applied to practice using video analysis. It can be assumed that the implementation of inclusion in science education using the framework depends on the individuality of the learning group. This means that not all categories cannot and do not necessarily have to be applied in inclusive science teaching. The number of codes and sub-codes that have to be applied to a learning group in order to make science education inclusive depends on the learning group itself, the teaching objectives and the resources. We will empirically investigate which categories and how many categories lead to the implementation of inclusive science education in the future. Nevertheless, the quantitative presentation of the framework shows that some of the categories have so far only been formulated theoretically in the literature. In order to ensure practical efficacy of the framework in teaching further use is required. For this reason, the framework is to be applied and validated in practice in a next step of the research project (Section 5.). By examining the teachers’ perspective of inclusive science education in our project, we will not be able to determine with the framework whether the teaching is in fact inclusive. For this, we would have to take the students’ side into account. With the framework, we can interpret whether participation is facilitated in science lessons. Further research would have to clarify whether students feel recognized and accepted and actually develop scientific skills.

The framework created by the systematic literature review reflects the current theory and research on inclusive science education and can be used both as (1) an analysis grid for researching (student) teachers and as (2) a handbook for teaching. (1) For example, if the focus in a research project is set on the inclusive design of experiments, the main category 'Creating inclusive applications of scientific research methods' can be used with its subordinate categories as a stand-alone analysis grid to analyse the data of a project. The framework can also be used in research on inclusive science education, for example, with the main and/or sub-categories. In this case, the more abstract categories can be used to analyse the data material first. One way is to stay on this level of abstraction and summarising the results on a more general level. The challenge here, however, is that the more abstract the level is, the more difficult it is to understand the concrete implementation and actual description of the relationship between science education and inclusion. Therefore, after coding with the main or sub-categories, it is recommendable to insert the results of the analysis at the code and subcode level. During this process, comparisons can be made with the existing codes and subcodes of the framework. In this step, either the results of the analysis are inserted into already existing codes and subcodes of the framework or they supplement the framework with new codes and subcodes that do not yet exist. Overall, the adaptation of the use of the framework must always be adapted to the research question and the research objectives.

(2) These approaches are also possible in teacher education. Becoming teachers can, for example, be given the main category 'Creating inclusive inquiry-based learning' to plan, design and implement inquiry-based science education during a school internship. Such a category can also serve as a stand-alone grid for student teachers to reflect on their own teaching or on teaching of experienced teachers. With the grid, becoming teachers can systematically be introduced to the idea of inclusive science teaching in instructional videos (Brauns et al., 2020). The other way to apply the framework is to first blend out the lower levels of abstraction. This means that the framework is considered as a whole, but the details are omitted. In teacher education, the advantage is that the student teachers are made aware of the specifics of science teaching. The challenge of being able to describe or analyse inclusive science education often lies in the fact that the inclusive implementation of teaching is not thought of in a subject-specific way (Egger, Brauns & Abels, in prep.). Egger et al. (in prep.) show that thinking science teaching and inclusion together requires high analytical skills, which is why novices need to be fostered specifically in this area. Only when the specifics of the natural sciences can be identified, it is possible, starting from this, to address inclusive and science specific implementation.

To make the framework practical for further application and validation, there are in summary two main ways to make the framework practical. On the one hand, fragments of the framework can be put into focus. This means that individual main categories can be considered separately from the framework. On the other hand, the framework can be applied to data on a more abstract level (e.g. only using main or subcategories).

5. VALIDATION OF THE FRAMEWORK AND OUTLOOK

The framework is used in our Nawi-In project for research of student teachers. For the validation of the framework we use the data of our project. The framework is applied to four different types of data: (1) student teachers' videotaped action in science classes, (2) student teachers' video-based and audiotaped self-reflection, (3) student teachers' audiotaped reflection on teaching videos of experienced teachers and (4) teaching videos of experienced teachers.

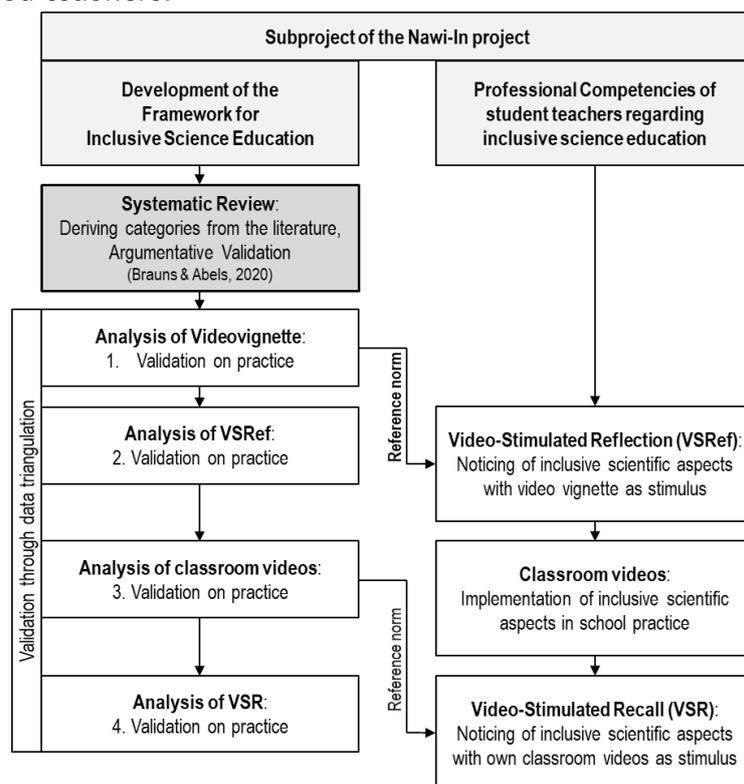


Fig. 12. Validation process of the framework and project procedure within Nawi-In (adapted after Brauns & Abels, 2021, p. 72)

In qualitative research, validation requires development from within the project logic. Exactly from this logic, the validation process of the Framework for Inclusive Science Education is designed (Fig. 12). Therefore, the framework is validated several times on practice by analysing different data from the Nawi-In project (Brauns et al., 2020). In the end, the data will be triangulated and in this way a final validation of the framework will be conducted.

In order to collect the data for the validation of the framework, we accompany the student teachers for two semesters during a project seminar at master level offered by the second author (Brauns et al., 2020). In this seminar, the student teachers are theoretically prepared for the inclusive science lessons and practice their noticing with teaching videos in the first semester (Egger et al., 2019). In the second semester, the student teachers complete an internship in school. While they are at school, they plan and teach their own science lessons. They also conduct their own minor research project in which they use their videos to analyse their lessons in terms of inclusive science education (Brauns et al., 2020). These videos serve us as database. On the one hand, we can analyse which characteristics of inclusive science education the student teachers show in their own lessons. On the other hand, we can validate the framework itself as an analysis tool by deductively coding the teaching videos with the framework using qualitative content analysis (Kuckartz, 2016).

Moreover, these teaching videos are reflected by the student teachers. These self-reflections are recorded on audio and are analysed with the framework. Here, we consider the question of which characteristics of inclusive science education are noticed by the student teachers in their own videos. Furthermore, before and after the first seminar and after the internship, we record external reflections of the student teachers on audio at three times of data collection. They reflect other teachers' implementation of inclusive science education. These external reflections are also evaluated under the same question as the teacher students' self-reflections. All reflections get transcribed and the transcripts analysed with qualitative content analysis using the framework.

Despite to all data that we collect and evaluate from student teachers through our Nawi-In project we have access to videos of lessons by experienced teachers. These teachers teach inquiry-based learning in inclusive science lessons from primary and secondary schools. To these videos we also apply the framework.

In summary, we have a large amount of data with teaching videos of student teachers and experienced teachers as well as self- and external reflections of the student teachers as audio recordings available to validate the framework. With these data, a connection between the theoretical development of the framework and the practical application in the school context will be established. Finally, we will also address the question of which categories are indeed inclusive and which ones represent only “good” teaching. In this context, discussions with experts, for example from the NinU network, will be useful. To what extent this question can be answered will be a challenge.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was sponsored by the Federal Ministry of Education and Research (no. 01NV1731). We are thankful to Samantha Wöbcke, Lisa Stinken-Rösner, Daniela Egger and Lea Heyden for supporting the work by reviewing and methodical support.

REFERENCES

- Abdella, B. R. J., Walczak, M. M., Kandl, K. A., & Schwinefus, J. J. (2011). Integrated Chemistry and Biology for First-Year College Students. *Journal of Chemical Education*, 88(9), 1257-1263.
- Abels, S. (2015). Scaffolding inquiry-based science and chemistry education in inclusive classrooms. In N. L. Yates (Ed.), *New developments in science education research* (pp. 77–96). New York City: Nova.
- Abels, S. (2019). Science Teacher Professional Development for Inclusive Practice. *International Journal of Physics and Chemistry Education*, 11(1), 19–29.
- Abels, S. (2020). Naturwissenschaftliche Kompetenzen und Inklusion – Inklusion durch Kompetenzorientierung? In S. Habig (Hg.), *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. 40. Jahrestagung in Wien 2019 (pp. 20-30). Essen: Universität Duisburg-Essen.
- Abels, S., & Koliander, B. (2014). „Forschendes Lernen in der Schule“ – ein hochschuldidaktisches Konzept. In S. Bernholt (Hg.), *Naturwissenschaftliche Bildung zwischen Science- und Fachunterricht*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. 34. Jahrestagung 2013 (pp. 79–81). Kiel: IPN.
- Abramova, I. V., Shilova, Z. V., Varankina, V. I., & Rubanova, I. V. (2019). Pedagogical Model of Integrative-Modular Training in Professional Preparation of Students. *European Journal of Contemporary Education*, 8(1), 187–200.
- Alheit, P. (2009). The symbolic power of knowledge: exclusion mechanisms of the 'University Habitus' in the German HE System. In B. Merrill (Hd.), *Learning to change? The role of identity and learning careers in adult education* (pp. 161-171). Frankfurt, Main: European studies in lifelong learning and adult learning research 5.
- American Chemical Society (2016). *Guidelines for Chemical Laboratory Safety in Secondary Schools*. Washington, DC: ACS.
- Bardeche, G., Belargent, C., Dardelin, M., Garbagnati, G., Guichard, M., Guichon, D., Hardin, J., Jouffroy, G., Risset, C. A., Rueff, P., & Valentin, J. P. (1980). Integrated Physics at University Level. *European Journal of Science Education*, 2(2), 139–144.
- Barke, H.-D., Harsch, G., Kröger, S., & Marohn, A. (2018). *Chemiedidaktik kompakt*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Baumert, J., & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469–520.
- Baumert, J., & Kunter, M. (2011). Das Kompetenzmodell von COACTIV. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss, & M. Neubrand (Hg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (pp. 29–54). Münster: Waxmann.
- Benny, N., & Blonder, R. (2018): Interactions of Chemistry Teachers with Gifted Students in a Regular High-School Chemistry Classroom. *Chemistry Education Research and Practice*, 19(1), 122-134.
- Blanchard, M. R., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A., & Granger, E. M. (2010). Is Inquiry Possible in Light of Accountability?: A Quantitative Comparison of the Relative Effectiveness of Guided Inquiry and Verification Laboratory Instruction. *Science Education*, 94(4), 577–616.

- Booth, T., & Ainscow, M. (2016). *The index for inclusion: A guide to school development led by inclusive values* (Fourth edition). Cambridge: Index for Inclusion Network (IfIN).
- Brauns, S. (2020). The Framework for inclusive science education. In ESERA (Ed.), *Book of Synopses. European Science Education Research Association. Virtual Doctoral Network 2020* (pp. 333-341). Oxford: Oxford University.
- Brauns, S., & Abels, S. (2021). Videoanalyse mit dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU), *4*(2), 71–84. <https://doi.org/10.25321/prise.2021.1146>
- Brauns, S., Egger, D. & Abels, S. (2020). Forschendes Lernen auf Hochschul- und Unterrichtsebene beforschen. In K. Mayr-Keiler & I. Pichler (Hrsg.), *Forschendes Lernen, Transfer Forschung – Schule, Heft 6* (S. 201-211). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Brauns, S., Egger, D., Abels, S., & Barth, M. (2019). Naturwissenschaftlichen Unterricht inklusiv gestalten (Nawi-In) – Ein Vergleich der Primar- und Sekundarstufe I. In C. Maurer (Hg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe*. Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik. 39. Jahrestagung 2018 (pp. 675-678). Regensburg: Universität Regensburg.
- Bybee, R. W. (1997). Toward an understanding of scientific literacy. In W. Gräber, & C. Bolte (Ed.), *Scientific literacy: An international symposium* (pp. 37–69). Kiel: IPN-Leibniz Institute for Science and Mathematics Education.
- Bybee, R. W., Taylor, J. A., Gardner, A., van Scotter, P., Carlson Powell, J., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications*. Colorado Springs: BSCS Science Learning.
- Döring, N., & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Egger, D., Brauns, S., & Abels, S. (in prep.). Competency Development of Pre-service Teachers in Inclusive Science Education.
- Egger, D., Brauns, S., Sellin, K., Barth, M., & Abels, S. (2019). Professionalisierung von Lehramtsstudierenden für inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht. *Journal Für Psychologie*, *27*(2), 50–70.
- Feak, C. B., & Swales, J. M. (2011). *Telling a research story. Writing a literature review. Rev. and expanded ed.*, [Repr.]. Ann Arbor: Univ. of Michigan Press.
- Fink, A. (2009). *Conducting Research Literature Reviews: From the Internet to Paper*. Los Angeles: CA: Sage.
- Florian, L., & Black-Hawkins, K. (2011). Exploring inclusive pedagogy. *British Educational Research Journal*, *37*(5), 813–828.
- Fraser, B. J., Giddings, G. J., & McRobbie, C. J. (1992). Assessment of the Psychosocial Environment of University Science Laboratory Classrooms: A Cross-National Study. *Higher education*, *24*(4), 431–451.
- Gebhard, U., Höttecke, D., & Rehm, M. (2017). *Pädagogik der Naturwissenschaften*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Ghanbari, S. (2015). Learning across Disciplines: A Collective Case Study of Two University Programs That Integrate the Arts with STEM. *International Journal of Education & the Arts*, *16*(7), 1-21.
- Godovnikova, L. V., Gerasimova, A. S., Galchun, Y. V., & Shitikova, E. V. (2019). The Competency Levels of Disabled Students Who Study in University. *Cypriot Journal of Educational Sciences*, *14*(1), 99–110.
- Heran-Dörr, E. (2010). Entscheidungsrelevante Strukturelemente der Planung von Unterrichtseinheiten. In S. Tänzler (Ed.), *Sachunterricht begründet planen: Bedingungen, Entscheidungen, Modelle* (pp. 84–99). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Hermanns, J., Krabbe, C., Hornung, G., Krüpper, A., & Pusch, A. (2019). Experimentieren im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht. *Inklusive Lehr-Lernprozesse gestalten*, 77–93.

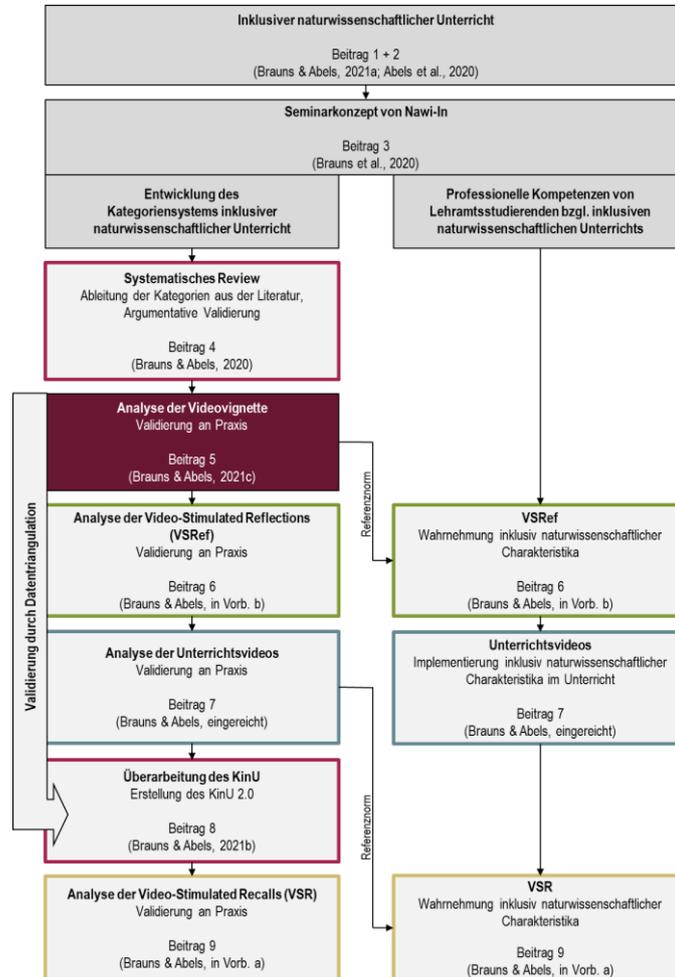
- Hodson, D. (2014). Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different goals demand different learning methods. *International Journal of Science Education*, 36(15), 2534–2553.
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry – logical or psychological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(1), 9–15.
- Kahlert, J. (2016). Inklusion im Sachunterricht. Eine Fachdidaktik auf dem Weg in die Individualisierungsfälle. *Sonderpädagogische Förderung heute*, (3), 234–243.
- Kahn, S., Pigman, R., & Ottley, J. (2017). A Tale of Two Courses: Exploring Teacher Candidates' Translation of Science and Special Education Methods Instruction into Inclusive Science Practices. *Journal of Science Education for Students with Disabilities*, 20(1), 50–68.
- Koehler, K. E., & Wild, T. A. (2019). Students with Visual Impairments Access and Participation in the Science Curriculum: Views of Teachers of Students with Visual Impairments. *Journal of Science Education for Students with Disabilities*, 22(1), 1-17.
- Koomen, M. H. (2016). Inclusive Science Education: Learning from Wizard. In: *Cultural Studies of Science Education*, 11(2), 293-325 (33 Seiten).
- Koska, J. & Krüger, D. (2012). Nature of Science-Perspektiven von Studierenden – Schritte zur Entwicklung eines Testinstruments. In D. Krüger, A. Upmeyer zu Belzen, P. Schmiemann, A. Möller, & D. Elster (Hg.), *Erkenntnisweg Biologiedidaktik 11* (pp. 115-127), 14. Frühjahrsschule der Fachsektion Didaktik der Biologie im Verband Biologie.Biowissenschaften und Biomedizin in Deutschland.
- Krell, G., Riedmüller, B., Sieben, B., & Vinz, D. (2007). Einleitung – Diversity Studies als integrierende Forschungsrichtung. In G. Krell, B. Riedmüller, B. Sieben, & D. Vinz (Eds.), *Diversity Studies. Grundlagen und disziplinäre Ansätze* (pp. 7–16). Frankfurt a.M., New York: Campus.
- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung* (Grundlagentexte Methoden, 4., überarbeitete Auflage). Weinheim: Beltz Juventa.
- Kunter, M., Baumert, J., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S., & Neubrand, M. (2013). *Cognitive Activation in the Mathematics Classroom and Professional Competence of Teachers*. Boston, MA: Springer US.
- Lindmeier, C., & Lütje-Klose, B. (2015). Inklusion als Querschnittsaufgabe in der Erziehungswissenschaft. *Erziehungswissenschaft - Mitteilungen Der Deutschen Gesellschaft Für Erziehungswissenschaft*, 26(51), 7–16.
- Markic, S., & Abels, S. (2014). Heterogeneity and Diversity: A Growing Challenge or Enrichment for Science Education in German Schools? *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 10(4), 271-283.
- Mayring, P. (2000). Qualitative Content Analysis. Forum: *Qualitative Social Research*, 1(2), n.p.
- McComas, W. F. and Olson, J. (1998). The nature of science in international science education standards documents. In W. F. McComas (Ed.) *Nature of science in science education: rationales and strategies* (pp. 41-52). Kluwer (Springer) Academic Publishers.
- Nawarathne, I. N. (2019). Introducing Diversity through an Organic Approach. *Journal of Chemical Education*, 96(9), 2042-2049.
- OECD (2019). *PISA 2018 assessment and analytical framework*. Paris: OECD Publishing (PISA).
- Prenzel, A. (2016). Didaktische Diagnostik als Element alltäglicher Lehrarbeit – „Formatives Assessment“ im inklusiven Unterricht. In B. Amrhein (Hg.), *Diagnostik im Kontext inklusiver Bildung, Theorien, Ambivalenzen, Akteure, Konzepte* (pp. 39-48). Bad Heilbrunn: Verlag Lulius Klinkhardt.
- Reiners, C. S. (2017). *Chemie vermitteln*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.
- Rott, L. (2018). *Vorstellungsentwicklungen und gemeinsames Lernen im inklusiven Sachunterricht initiieren: Die Unterrichtskonzeption "choice2explore"*. Berlin: Logos.
- Rott, L., & Marohn, A. (2018). choice2explore: gemeinsam lernen im inklusiven Sachunterricht. In U. Franz, H. Giest, A. Hartinger, A. Heinrich-Dönge, & B. Reinhofer (Eds.), *Probleme und Perspektiven des Sachunterrichts. Handeln im Sachunterricht* (pp. 223–230).

- Rott, L., Nowosadek, B., & Marohn, A. (2017). Warum kann man Salz im Wasser nicht sehen? Teilchenmodelle im inklusiven Unterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht. Chemie*, 28(162), 16–21.
- Scruggs, T. E., Mastropieri, M. A., & Okolo, C. M. (2008). Science and Social Studies for Students with Disabilities. *Focus on Exceptional Children*, 41(2), 1–24.
- Seidel, T., Stürmer, K., Blomberg, G., Kobarg, M., & Schwindt, K. (2011). Teacher learning from analysis of videotaped classroom situations: Does it make a difference whether teachers observe their own teaching or that of others? *Teaching and Teacher Education*, 27(2), 259–267.
- Sherin, M. G. (2007). The development of teachers' professional vision in video clubs. In R. Goldman, R. Pea, B. Barron und S. J. Derry (Ed.), *Video research in the learning sciences*. Hillsdale: Erlbaum, 383–395.
- Stinken-Rösner, L., Rott, L., Hundertmark, S., Baumann, Th., Menthe, J., Hoffmann, Th., Nehring, A., & Abels, S. (2020). Thinking Inclusive Science Education from two Perspectives: inclusive Pedagogy and Science Education. *RISTAL* (3), 30–45.
- Stürmer, K., Seidel, T., & Schäfer, S. (2013). Changes in professional vision in the context of practice. *Gruppendyn Organisationsberat*, 44(3), 339–355.
- Teke, D., & Sozbilir, M. (2019). Teaching Energy in Living Systems to a Blind Student in an Inclusive Classroom Environment. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(4), 890-901.
- Therrien, W. J., Taylor, J. C., Watt, S., & Kaldenberg, E. R. (2014). Science Instruction for Students with Emotional and Behavioral Disorders. *Remedial and Special Education*, 35(1), 15–27.
- UNESCO (2005). *Guidelines for Inclusion: Ensuring Access to Education for All*. Paris: UNESCO.
- United Nations (2006). Convention on the Rights of Persons with Disabilities. <http://www.un.org/disabilities/documents/convention/convoptprot-e.pdf> [23.07.2020]
- Veber, M., & Fischer, C. (2016). Individuelle Förderung in Inklusiver Bildung – eine potenzialorientierte Verortung. In B. Amrhein (Hg.), *Diagnostik im Kontext inklusiver Bildung, Theorien, Ambivalenzen, Akteure, Konzepte* (pp. 39-48). Bad Heilbrunn: Verlag Lulius Klinkhardt.
- Vitoriano, F. A., Teles, V. L. G., Rizzatti, I. M., & Pessoa de Lima, Régia C. (2016). Promoting Inclusive Chemistry Teaching by Developing an Accessible Thermometer for Students with Visual Disabilities. *Journal of Chemical Education*, 93(12), 2046–2051.
- Walkowiak, M., Rott, L., Abels, S., & Nehring, A. (2018). Network and work for inclusive science education. In I. Eilks, S. Markic and B. Ralle (Eds.): *Building bridges across disciplines* (pp. 269–274). Aachen: Shaker.
- Watson, S., & Johnston, L. (2007). Assistive Technology in the Inclusive Science Classroom. *Science Teacher*, 74(3), 34–38.
- Watt, S. J., Therrien, W. J., & Kaldenberg, E. R. (2014). Meeting the Diverse Needs of Students with EBD in Inclusive Science Classrooms. *Beyond Behavior*, 23(2), 14–19.
- Weinert, F. E. (2000). *Lehren und Lernen für die Zukunft - Ansprüche an das Lernen in der Schule*, Pädagogisches Zentrum in Bad Kreuznach.
- Werning, R. (2014). Stichwort: Schulische Inklusion. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 14, 601–623.
- Wuttke E., Seifried J. (2013) Diagnostic Competence of (Prospective) Teachers in Vocational Education. *From Diagnostics to Learning Success*. Professional and VET learning, vol 1. SensePublishers, Rotterdam.
- Ziemen, K. (2016). Inklusion und diagnostisches Handeln. In B. Amrhein (Hg.), *Diagnostik im Kontext inklusiver Bildung, Theorien, Ambivalenzen, Akteure, Konzepte* (pp. 39-48). Bad Heilbrunn: Verlag Lulius Klinkhardt.

Beitrag 5

Videoanalyse mit dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU)

Sarah Brauns und Simone Abels



Brauns, S. & Abels, S. (2021). Videoanalyse mit dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU). *Progress in Science Education*, 4(2), 71–84. <https://doi.org/10.25321/prise.2021.1146>

Beiträge der Autor*innen.

Konzeptualisierung	SB, SA	Methodik	SB, SA	Software	SB	Validierung	SB, SW
Analyse	SB, SW	Untersuchung	SB, SW	Ressourcen	SA	Originalentwurf	SB, SA
Überarbeitung	SB, SA	Beitragsleitung	SB	Projektleitung	SA	Finanzierung	SA

VIDEOANALYSE MIT DEM KATEGORIENSYSTEM INKLUSIVER NATURWISSENSCHAFTLICHER UNTERRICHT (KinU)

Sarah Brauns¹, Simone Abels¹

¹Didaktik der Naturwissenschaften, Institut für nachhaltige Chemie, Fakultät Nachhaltigkeit, Leuphana Universität Lüneburg

*Please address all correspondence to Sarah Brauns, sarah.brauns@leuphana.de

STRUCTURED ABSTRACT

Hintergrund: Das Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU) ist auf Basis eines systematischen Literaturreviews entstanden. Sowohl in den theoretischen als auch empirischen Publikationen zum inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht liegt der Fokus zwar häufig auf der Umsetzung von Inklusion, aber der naturwissenschaftliche Bezug verbleibt zu implizit oder geht gar gänzlich verloren. Das KinU verknüpft explizit naturwissenschaftliche Aspekte mit inklusiven Zugängen, sodass inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht in Videos und anderen Daten konkret analysiert und diesbezüglich interpretiert werden kann. Dabei wird der naturwissenschaftliche Bezug bei der Beschreibung inklusiver Aspekte beibehalten und nicht nur allgemeinpädagogische Aspekte beschrieben.

Ziel: Mit der Analyse der Videovignette wird die Frage beantwortet, welche inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika in dem Unterricht identifizierbar sind. Mit der Anwendung des KinUs auf die Videodaten wurde das KinU mittels Validierung an der Praxis weiterentwickelt und die Kategorien, die in einer Vorarbeit induktiv anhand der im Review erhobenen Publikationen erstellt wurden, überprüft und ausgeschärft. Zudem zeigt die Analyse, wie sich Videodaten in Ergänzung zur Literatur zur Weiterentwicklung des KinUs eignen.

Stichprobe: Analysiert wurde eine etwa fünfminütige Videovignette, die einen Zusammchnitt einer 90-minütigen Naturwissenschaftsstunde zum Thema Löslichkeit darstellt. Dabei handelt es sich um eine reale Unterrichtsstunde aus dem Sachunterricht einer vierten Klasse. Diese Videovignette wurde bewusst ausgewählt, um inklusive und exklusive Momente aufzuzeigen.

Design und Methoden: Mit dem KinU wurde eine Videoanalyse einer Videovignette durchgeführt. Mittels inhaltlich strukturierender qualitativer Inhaltsanalyse wurde das Videomaterial mithilfe des KinUs analysiert. Die Reichhaltigkeit der audiovisuellen Daten der Videovignette ermöglichte mehrere Subcodes induktiv zu ergänzen. Die Codierungen wurden von zwei Personen vorgenommen und Abweichungen beim Codieren argumentativ validiert.

Ergebnisse: Die Analyse hat gezeigt, dass bestimmte Hauptkategorien gleichzeitig kodiert wurden (z.B. Konzepte und Schüler*innenvorstellungen). Der größere Anteil aller kodierten Subcodes wurde induktiv aus dem Videomaterial ergänzt.

Implikationen: Es ist zu diskutieren, wie bestimmte Hauptkategorien des KinUs stärker voneinander abzugrenzen oder ggf. zusammenzufassen sind und welche Subkategorien entfernt werden sollten. Um das KinU kompetent auf Videodaten anzuwenden, ist eine umfangreiche Kenntnis der n=935 Kategorien nötig. Nach weiteren Videoanalysen kann das KinU umstrukturiert und so noch praktikabler für die Analyse inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts werden. Die Videovignette sollte von weiteren Expert*innen reflektiert werden, um schließlich normativ zu definieren, wie inklusiv ein naturwissenschaftlicher Unterricht gestaltet ist.

Schlüsselwörter: Inklusion, inklusive Pädagogik, Naturwissenschaftsdidaktik, qualitative Inhaltsanalyse, Videovignette

Received: November 2020. **Accepted:** January 2021



1 EINLEITUNG

„Validität zu erzielen bedeutet nichts anderes als den Anspruch zu erheben, eine Theorieperspektive in eine Forschungspraxis von integrierter Kohärenz überführt zu haben“ (Diaz-Bone, 2014, S. 113). Mit diesem Ziel wird in diesem Beitrag die erste „Validierung an der Praxis“ (Lamnek & Krell, 2010, 140 f.) des KinUs (Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht) dargestellt und diskutiert. Das KinU stellt ein Kategoriensystem dar, das die naturwissenschaftlichen Spezifika (z.B. naturwissenschaftliche Konzepte, Phänomene, Modelle, naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden usw.) mit inklusiven Zugangsweisen (z.B. Strukturierung, Visualisierung, sprachliche Vereinfachung, kommunikative Unterstützung usw.) verbindet (Brauns & Abels, 2020). Die Kategorien des KinUs wurden in einem systematischen Literaturreview mittels qualitativer Inhaltsanalyse via fokussierter Zusammenfassung induktiv aus der bis 2019 veröffentlichten Literatur zum inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht (n=297 Titel) abgeleitet. Nicht nur die Herleitung, Definition, Begründung und Abgrenzung des KinUs, sondern auch das KinU in dessen Gänze sind in Brauns und Abels (2020) veröffentlicht und unter www.leuphana.de/inclusive-science-education frei zugänglich.

Insgesamt wurden sechzehn verschiedene naturwissenschaftliche Spezifika (Hauptkategorien) identifiziert, deren inklusive Umsetzung mit Hilfe von Subkategorien über die Code-Ebene bis hin zur Subcode-Ebene immer genauer beschrieben wird (Abb. 1; Brauns & Abels, 2020). Auf der Subcode-Ebene sind die Hinweise so konkret, dass diese keine Fragen offenlassen, wie der Zugang zu einem bestimmten naturwissenschaftlichen Spezifikum inklusiv gestaltet werden kann. Insgesamt umfasst das KinU n=935 Kategorien, die sich auf die vier Abstraktionsebenen verteilen (Abb. 1).



Abb. 1. Abstraktionsebenen des KinUs (übersetzt und verändert nach Brauns & Abels, 2020, S. 14)

Fast zwei Drittel der Kategorien des KinUs wurden aus theoretisch-konzeptionellen Publikationen abgeleitet (Brauns & Abels, 2020). Diese Verteilung begründet sich darin, dass die Anzahl empirischer Arbeiten zum inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht erst seit den letzten fünf Jahren deutlich, wenn auch nicht signifikant, die Anzahl der theoretisch-konzeptionellen Arbeiten übersteigt (ebd.). Um dem eingangs aufgeführten Anspruch der Validität von der hier beschriebenen Theorieperspektive zu einer integren Kohärenz in der Forschungspraxis gerecht zu werden, unterzieht sich das KinU im Laufe des vom BMBF¹ Projekt Nawi-In (Naturwissenschaftlichen Unterricht inklusiv gestalten) (Förderkennzeichen 01NV1731) einem ganzen Validierungsprozess (Abb. 2). In diesem Prozess wird das KinU auf unterschiedliche Daten mittels qualitativer Inhaltsanalyse zunächst deduktiv

angewendet sowie durch induktive Kategorienbildung weiterentwickelt und ausgeschärft. Durch die Anwendung auf unterschiedliche Daten wird der Prozess durch eine Validierung mittels Datentriangulation beschrieben (Lamnek & Krell, 2010). Zuerst wurden die Kategorien des KinUs induktiv aus den im Review gefundenen Literaturstellen abgeleitet und argumentativ validiert (Brauns & Abels, 2020; Lamnek & Krell, 2010). Bei der argumentativen Validierung wurde die Systematisierung der Kategorien im KinU in einem zyklischen Verfahren mehrfach diskutiert und arrangiert (ebd.). Das Ziel aller vier Validierungsschritte ist es, das KinU durch die Anwendung an der Praxis zu validieren (Lamnek & Krell, 2010), wobei das KinU auf Anwendbarkeit sowohl auf die Forschungspraxis als auch Unterrichtspraxis überprüft wird. Bei der hier dargestellten Anwendung (1. Validierung, Abb. 2) wurde mit dem KinU eine Videovignette zum inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht analysiert. Die Videovignette wurde gewählt, da die Studierenden im Nawi-In Projekt diese als Gelegenheit zu ihrer Professionalisierung bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts reflektieren. Hier wurde das KinU auf seine Anwendbarkeit überprüft, kontrolliert, ob die Kategorien disjunkt sind und das KinU durch induktiv gebildete Kategorien weiterentwickelt.

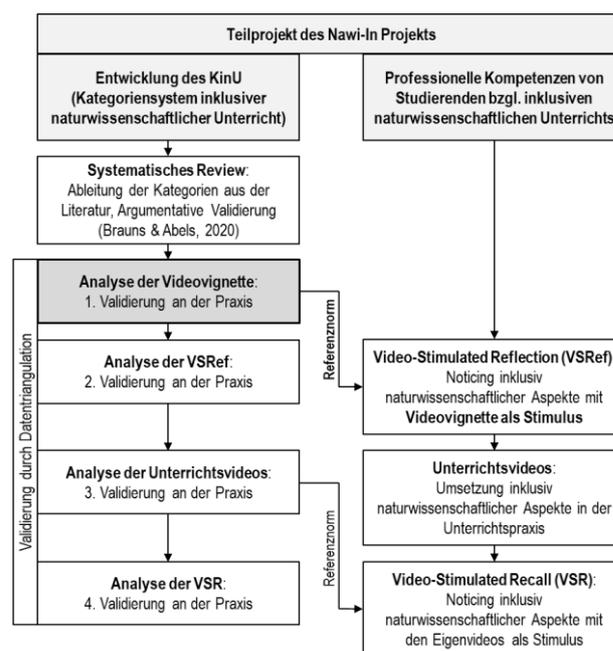


Abb. 2. Verortung des Teilprojekts im Nawi-In Projekt (dunkelgrau: Fokus dieses Beitrags) (verändert nach Brauns & Abels, 2020, S. 32)

Die Analyse der Videovignette mit dem KinU ist nicht nur zu dessen Validierung notwendig, sondern auch zur Bildung einer Referenznorm. Diese Referenznorm erhebt den Anspruch alle in der Videovignette sichtbaren inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika aufzuzeigen. Diese Norm kann im weiteren Verlauf mit der Unterrichtswahrnehmung der Lehramtsstudierenden zur Bewertung ihrer professionellen Kompetenzen in Beziehung

¹Bundesministerium für Bildung und Forschung

gesetzt und verglichen werden. In Video-Stimulated Reflections wird die Videovignette als Stimulus zur Reflexion inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts eingesetzt (Powell, 2005).

Auch wenn sich zur Entwicklung professioneller Kompetenzen durchaus worst-practice Beispiele bewährt haben, damit Studierende Problemlösungen entwickeln können (Rehm & Bölsterli, 2014; Seifried & Wuttke, 2017), war es unsere Intention, den Studierenden eine Videovignette zu zeigen, in der sowohl inklusive als auch exklusive Momente identifiziert werden können. Die Szenen dienen als Reflexionsstimulus, um good practice wahrzunehmen, aber auch Handlungsalternativen entwickeln zu können (Sherin, 2007). Das KinU kann zur Analyse der Daten bzgl. der inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika herangezogen werden, aber auch bei der Auswahl und Überprüfung einer passenden Videovignette helfen, indem durch die Videoanalyse die inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika systematisch als Referenzrahmen aufgezeigt werden.

Um eine Videovignette als Stimulus der professionellen Kompetenzentwicklung der Studierenden einsetzen zu können, ist es essentiell, festzustellen, welche inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika die Studierenden in der Vignette wahrnehmen könnten. Wenngleich sich Expert*innenbefragungen anbieten, um ein Referenzmaß zum Vergleich und der objektiven Einordnung der Testpersonen zu erhalten (Ollesch et al., 2018), hat ein Expert*innenrating in unserem Projekt gezeigt, dass die Unterrichtswahrnehmung der Expert*innen auf Ebene von Interpretationen formuliert ist. Diese Interpretationen gehen häufig über das Gesehene und Deskriptionen hinaus. Als vorteilhaft erweist sich deshalb die Analyse mit dem KinU, um systematisch eine regelgeleitete Referenznorm zu bilden.

Insgesamt wird in diesem Beitrag aufgezeigt, wie das KinU auf Videodaten angewendet werden kann und als eine Referenznorm zur Beforschung professioneller Kompetenzen bezüglich der Gestaltung und Reflexion inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts dient.

2 FORSCHUNGSFOKUS

Mit der Videoanalyse der Vignette zum Thema ‚Löslichkeit‘ gehen wir den Fragen nach, ob das KinU sich zur Kodierung inklusiv naturwissenschaftlicher Charakteristika in Unterrichtsvideos eignet und durch welche induktiv gebildeten Kategorien das KinU während der Analyse erweitert wird, d.h. welche Aspekte bisher nicht in der Literatur und damit auch nicht im KinU auftauchen. Zudem wird der Frage nachgegangen, inwiefern sich Videodaten im Vergleich zu der Verwendung von Literatur zur (Weiter-)Entwicklung des KinUs eignen.

Sind diese Fragen durch die Anwendung des KinUs auf das Videomaterial beantwortet, ist die erste Validierung des KinUs (Validierung an der Praxis, Lamnek & Krell, 2010) erfolgt. Dabei wird Validierung hier aus der Logik der qualitativen Forschung heraus verstanden (Döring & Bortz, 2016; Mey & Mruck, 2014). Bei dem Validierungsprozess des KinUs geht es zentral um die Überprüfung und Weiterentwicklung des Kategoriensys-

tems. Bis zum Ende des Validierungsprozesses ist das leitende Kriterium die Sättigung (Kuckartz, 2018). Eine Sättigung ist zu erkennen, wenn keine Kategorien induktiv nachgebildet werden. Bei dem KinU ist zu erwarten, dass auf der Code- und Subcodeebene noch keine Sättigung erreicht ist, während auf den stark zusammenfassenden Ebene der Haupt- und Subkategorien keine Kategorien nachgebildet werden. Bei den Hauptkategorien wurde bereits durch den Abgleich mit der naturwissenschaftsdidaktischen Literatur ohne Inklusionsbezug festgestellt, dass bei der Ableitung der Kategorien aus der inklusiv naturwissenschaftlichen Literatur alle Spezifika des naturwissenschaftlichen Unterrichts identifiziert wurden (Brauns & Abels, 2020, eingereicht, 2021). Dadurch, dass das KinU vielseitige Facetten inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts abbildet, die nicht in einer Unterrichtsstunde sowie nur zu einem geringen Teil in einem Unterrichtszuschnitt zu sehen sein können, wird der Prozess der Validierung noch fortlaufend sein (Abb. 2). Weiterhin zu überprüfen ist, ob die Kategorien des KinUs disjunkt, plausibel, erschöpfend, gut präsentierbar und kommunizierbar sind (Kuckartz, 2018). Es wird sowohl überprüft, ob eine praktikable Anwendung des KinUs auf Videodaten systematisch durchgeführt werden kann, als auch wie sich die Kategorien des KinUs durch die Analyse der Löslichkeitsvignette erweitern lassen. Als Teil des Validierungsprozesses werden deshalb die Implikationen, die aus der Ergebnisdiskussion dieser Teilstudie resultieren, zur Weiterentwicklung des KinUs verwendet.

Die Videovignette, die mit dem KinU analysiert wurde, zeigt einen 5-minütigen Zusammchnitt (Bruckmaier, 2019) einer 90-minütigen realen Unterrichtsstunde zum Thema Löslichkeit, welche die Lehrkraft im Sachunterricht der 4. Klasse auf Basis des Forschenden Lernens nach dem 5E-Modell (Bybee et al., 2006) umsetzt (genaue Beschreibung im Anhang). Die Unterrichtsstunde wurde zu einer Videovignette zusammengeschnitten, um diese im weiteren Projektverlauf von Nawi-In als Stimulus für Videoreflexionen einzusetzen (Powell, 2005). Dabei wurden die Szenen gezielt so ausgewählt, dass die Phasen des Unterrichts (Einstieg, Erarbeitung, Sicherung) abgebildet werden (Nerdel, 2017) und dabei der Forschungszyklus des Forschenden Lernens vollständig erkennbar bleibt (Bybee et al., 2006). Zudem wurden die Ausschnitte gezielt gewählt, um genau diejenigen naturwissenschaftlichen Charakteristika in der Videovignette abzubilden, die auch in der gesamten Unterrichtsstunde adressiert werden.

Die Vignette beginnt mit einem Storytelling in der Engage-Phase (ebd.), wobei die Lehrkraft erzählt, dass ihre Tochter etwas im Wasser in einem Marmeladenglas „versteckt“ hat. Daraufhin werden gemeinsam erste Vermutungen geklärt sowie das experimentelle Vorgehen, welches die Schüler*innen in der nächsten Unterrichtsphase in Kleingruppen durchführen (Explore-Phase). Zum Schluss werden die Versuchsergebnisse gemeinsam besprochen (Explain-Phase) und weitere Untersuchungsmethoden geplant und durchgeführt, um final herauszufinden, was in dem Wasser gelöst wurde (Elaborate-Phase). Die Vignette ist so geschnitten, dass jede Phase des 5E-Modells erkennbar ist, wobei davon ausgegangen wird,

dass die 5. Phase (Evaluate) parallel zu den anderen verläuft, indem die Lehrperson die Kompetenzen der Schüler*innen evaluiert (Hofer et al., 2016).

3 METHODISCHES VORGEHEN

Mittels inhaltlicher Strukturierung der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2015) wurde die Löslichkeitsvignette bzgl. der Frage, welche inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika in dieser Vignette zu erkennen sind, analysiert. Dabei wurde das Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU) deduktiv auf das Videomaterial angewendet. Das KinU konnte deduktiv angewendet werden, weil dessen Kategorien bereits in einer vorherigen Arbeit aus der Literatur systematisch abgeleitet wurden (Brauns & Abels, 2020). Während der Anwendung des KinUs auf die Videovignette wurden allerdings Leerstellen des KinUs, die mithilfe der Literatur bis dato noch nicht gefüllt werden konnten, induktiv gebildet und auf diese Weise das KinU nachgeschärft.

Bereits in der universitären Phase der Lehrkräftebildung können Videovignetten eingesetzt werden, um in der Verbindung aus Theorie und Praxis den Studierenden den Aufbau professioneller Kompetenzen zu ermöglichen (Meister et al., 2020). Durch das Ansprechen verschiedener Sinne mithilfe von Visualisierung und Akustik kann die Komplexität von Unterricht besser abgebildet werden als wenn weniger Sinne gereizt werden (Barth, 2017). Videovignetten werden durch das Ausschneiden oder Zusammenschneiden interessanter Szenen je nach Fokus aus einem längeren Video erstellt und sind dann nur noch mehrere Sekunden oder wenige Minuten lang (Bruckmaier, 2019). Ziel der Erstellung von Videovignetten ist, die Komplexität und Situiertheit von Unterricht abzubilden (Grow et al., 2019). Je nach Ziel der Erstellung der Videovignette und nach den gegebenen Ressourcen sind die Potentiale und Grenzen der Videovignetten abzuwägen. Wie beschrieben, wird die Videovignette im Nawi-In Projekt gezielt zur Reflexion inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts eingesetzt. Dabei reichen schon wenige Minuten Länge aus, um für die Reflexionen einen Stimulus zu setzen (Aufschnaiter et al., 2017).

In der Löslichkeitsvignette wird der Fokus auf die ganzheitliche Lernumgebung und die Handlungen der Lehrperson gesetzt. Das bedeutet, dass in der Analyse mit dem KinU sowohl die Gestaltung des naturwissenschaftlichen Lernorts als auch die verwendeten Materialien, Handlungen der Lehrkraft sowie kommunikative Prozesse und Interaktionen etc. sichtbar werden. Das KinU beinhaltet Kategorien zur Partizipationsermöglichung, die von der Lehrperson aus gestaltet wird. So kann sich in der

Analyse vor allem auf die Lehrperson konzentriert werden.

Die Löslichkeitsvignette wurde mit der Analysesoftware MAXQDA (Version 20.0.7) direkt kodiert. Die Gespräche sind einfach strukturiert, sodass eine Transkription der Löslichkeitsvignette nicht unbedingt notwendig ist. Der Vorteil an diesem Vorgehen liegt darin, dass Informationen durch das Transkribieren nicht verloren gehen, sondern der Informationsreichtum umfänglich dargestellt ist (Rädiker & Kuckartz, 2019). Die Multimodalität, genauer die Kombination aus auditiver und visueller Kommunikation, der Informationen ermöglicht, die Kategorien des KinUs umfassend zu kodieren und diese induktiv zu ergänzen.

Bevor das KinU auf die Löslichkeitsvignette angewendet wurde, wurden die Analyseeinheiten sowie der Ablauf der Analyse nach Mayring (2015) festgelegt.

- *Kodiereinheit und Kontexteinheit:* Es wurde event-based codiert (Brückmann & Duit, 2014). In diesem Fall wurde genau so lang, wie eine Szene von dem ersten Videoschnitt bis zum nächsten Videoschnitt ist, kodiert. Ausnahmen ergaben sich für die 1. und 7. Hauptkategorie, die jeweils über die komplette Videovignette hinweg kodiert wurden.
- *Auswertungseinheit:* Die komplette Löslichkeitsvignette wurde bei der ersten Szene startend bis zum Ende Szene für Szene kodiert.

Insgesamt unterteilt sich der Analyseprozess der Videovignette in mehrere Durchgänge (Abb. 3). Zunächst wurden die Kodiereinheiten in der Videovignette mit der Memofunktion markiert. Dann wurde pro Einheit eine Hauptkategorie kodiert, die in dieser Szene das zentral dargestellte naturwissenschaftliche Spezifikum (z.B. Aufstellen von Hypothesen und naturwissenschaftlichen Fragestellungen) beschreibt.² Eine kodierte Einheit wurde entsprechend des Programms MAXQDA Coding genannt. Im nächsten Schritt wurden die Codings präzisiert, indem vorhandene Subcodes, welche die konkreteste Abstraktionsebene des KinUs darstellen und direkte Handlungshinweise zur inklusiv naturwissenschaftlichen Umsetzung liefern (Abb.1) kodiert bzw. nicht vorhandene Subcodes induktiv gebildet. Bevor die nächste Einheit mit dem gleichen Vorgehen kodiert wurde, wurde noch einmal überprüft, ob in der betrachteten Szene eine weitere Hauptkategorie kodiert werden konnte. Erst nachdem alle Szenen einzeln kodiert wurden, wurde die komplette Videovignette über alle Szenen hinweg mit der 1. Hauptkategorie zur inklusiven Gestaltung des Lernorts und den dementsprechenden bzw. induktiv gebildeten Subcodes kodiert. Danach wurde dieses Vorgehen mit der 7. Hauptkategorie zur inklusiven Gestaltung des Forschenden Lernens und den entsprechenden Subcodes wiederholt.

² Die Hauptkategorien sind in Brauns und Abels, 2020, www.leuphana.de/inclusive-science-education, S. 22, und im Anhang (Tab. 1) einzusehen.

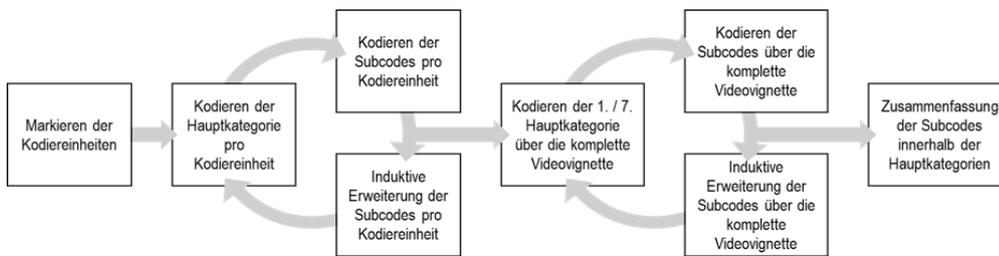


Abb. 3. Ablaufmodell der inhaltlich strukturierenden Qualitativen Inhaltsanalyse der Löslichkeitsvignette



12. Naturwissenschaftliches Dokumentieren inklusiv gestalten
 - 12.1.1.4 ...visuell durch Symbole unterstützen
 - 12.1.1.5 ...visuell durch Abbildungen der Gegenstände unterstützen
 - 12.1.4.3 ...textbasiert durch das Schreiben an die Tafel ermöglichen
 - 12.6.1.1 ...geschlossen durch das Vorgeben des Protokolls gestalten
 - 12.5.2.1 ...kommunikativ gemeinsam im Sitzkreis unterstützen
13. Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden inklusiv gestalten
 - 13.1.3.4 ...visuell durch Symbole unterstützen
 - 13.1.3.5 ...visuell durch Abbildungen des Materials/der Gegenstände
 - 13.1.19.7 ...mit Alltagsmaterialien durch Lebensmittel unterstützen
 - 13.6.6.1 ...kommunikativ gemeinsam im Sitzkreis unterstützen

Abb. 4. Kodierbeispiel der Videovignette mit dem KinU (Art der Darstellung zur Bewahrung des Datenschutzes)

Die gesamte Videovignette wurde durch eine zweite Person auf der Hauptkategorieebene kodiert und die Ergebnisse zur Überprüfung der Codings im Sinne einer argumentativen Validierung diskutiert (Döring & Bortz, 2016). Die Überprüfung führte zum Umkodieren von jeweils einer Hauptkategorie in zwei von insgesamt neunzehn Kodierabschnitten. Danach wurden alle kodierten Subcodes innerhalb der Hauptkategorien zu Codelines zusammengefasst.

Die Kodierung mit dem KinU ist in Abbildung 4 exemplarisch dargestellt. Diese Szene findet in der Videovignette von Minute 00:57-01:21 statt. Zuvor haben die Schüler*innen gemeinsam mit der Lehrkraft die Forschungsfrage aufgestellt, was sich in Wasser löst und was nicht. In dieser Szene wird daraufhin die Planung des experimentellen Vorgehens vorbereitet. Dazu verwendet die Lehrkraft ein Symbol, welches die naturwissenschaftlichen Untersuchungsmethoden darstellt (13.1.3.4). Zudem hat sie zusätzlich zu den Alltagsmaterialien auf dem Tisch (13.1.19.7) vor der Tafel Abbildungen davon vorbereitet, die die Schüler*innen in der nächsten Szene an die Tafel pinnen dürfen (13.1.3.5). Unterstützt wird die Planung der naturwissenschaftlichen Untersuchungsmethoden durch das gemeinsame Erarbeiten im Sitzkreis vor der Tafel (13.6.6.1). Das naturwissenschaftliche Dokumentieren findet hier in Form eines gemeinsamen Protokolls an der Tafel statt. Das Protokollieren wird also kommunikativ durch das gemeinsame Dokumentieren im Sitzkreis unterstützt (12.5.2.1). Zudem werden beim Protokollieren Symbole sowie Abbildungen der Materialien eingesetzt (13.1.3.4 und 13.1.3.5). Zu der bildlichen Darstellung findet das naturwissenschaftliche Dokumentieren textbasiert an der Tafel statt (12.1.4.3). Dabei ist der Offenheitsgrad geschlossen gehalten, da die Lehrkraft die Struktur des Protokolls vorgibt (12.6.1.1).

4 ERGEBNISSE

Insgesamt wurden zwölf von den sechzehn Hauptkategorien des KinUs kodiert. Es zeigt sich, veranschaulicht in Abbildung 5, dass die Löslichkeitsvignette mit einem Phänomen in einem Kontext beginnt und sich dann hauptsächlich Phasen zum Aufstellen von Hypothesen und naturwissenschaftlichen Fragestellungen sowie der Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden abwechseln. Zwischendurch werden naturwissenschaftliche Informationsmedien eingesetzt und die Fachsprache bzw. die Entwicklung von Schüler*innenvorstellungen adressiert. Im letzten Drittel findet eine Datenauswertung bzw. Ergebnisdarstellung statt. Bei den Kategorien zum naturwissenschaftlichen Lernort und zum Forschenden Lernen ergeben sich die Codelines durch das Festlegen des Analyseverfahrens über die gesamte Löslichkeitsvignette hinweg (s.o.). Alle kodierten naturwissenschaftlichen Spezifika stehen im Zusammenhang mit einer inklusiven Umsetzung. In vier Abschnitten ergeben sich jeweils Überschneidungen von je zwei Hauptkategorien. Dabei handelt es sich um die Kategorien zu den naturwissenschaftlichen Kontexten und den Phänomenen, zu dem Dokumentieren und den Untersuchungsmethoden, zu der Sicherheit und den Untersuchungsmethoden sowie zu der Fachsprache und den Schüler*innenvorstellungen. Diese Überschneidungen wurden durch eine zweite kodierende Person bestätigt.

Um die kodierte inklusive Umsetzung der naturwissenschaftlichen Spezifika genauer darstellen zu können, ist es unumgänglich, die weiteren Abstraktionsebenen (Subkategorien, Codes und Subcodes) des KinUs zu betrachten. Exemplarisch werden in Abbildung 6 (Anhang) die kodierten Codes und Subcodes der Hauptkategorie „Aufstellen von Hypothesen und naturwissenschaftlichen Fragestellungen inklusiv gestalten“ aufgeschlüsselt.

Insgesamt wurden unter dieser Hauptkategorie fünfzehn verschiedene Subcodes kodiert, wobei zu verschiedenen Zeitpunkten in der Löslichkeitsvignette unterschiedliche Zugänge zum Aufstellen von Hypothesen und naturwissenschaftlichen Fragestellungen gewählt wurden. Während am Anfang und am Ende der Schwerpunkt auf dem kommunikativen Unterstützen liegt (Subkategorie 10.4), werden während der Experimentierphase in Gruppenarbeiten hauptsächlich verschiedene materialgeleitete Zugänge geschaffen (Subkategorie 10.1). Insgesamt wurden dreizehn der ursprünglichen Kategorien dieser Hauptkategorie ($n=35$) auf den verschiedenen Abstraktionsebenen deduktiv kodiert. Dies entspricht einem Anteil von etwa 37 %. Dieser Anteil der Kategorien wurde ursprünglich aus der Literatur abgeleitet und war bereits vor der Anwendung auf die Videovignette in dem KinU vorhanden. Neunzehn weitere Kategorien wurden induktiv gebildet, wobei sich diese Kategorien auf die Subcode-Ebene ($n=14$) und die Code-Ebene ($n=5$) verteilen. Hauptsächlich beziehen sich die induktiven Subcodes auf materielle und kommunikative Zugänge sowie auf verschiedene Offenheitsgrade. Mithilfe der induktiven Kategorien wurden die vorhandenen Kategorien im KinU nachgeschärft. Diese Verteilung von deduktiv angewendeten und induktiv nachgebildeten (Sub-)Codes repräsentiert stellvertretend die Verteilung deduktiver und induktiv nachgebildeter Kategorien aller Hauptkategorien des KinUs. Damit wurden auf Code- und Subcodeebene nicht nur mehr Kategorien induktiv gebildet als deduktiv angewendet. Diese Verteilung zeigt auch, dass das induktive Ausschärfen des KinUs hauptsächlich auf der Subcode-Ebene stattgefunden hat.

Dieses Ergebnis bestätigt noch einmal, dass die Umsetzung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Literatur nur selten bis auf die tatsächliche Handlung hin konkretisiert wird (Brauns & Abels, 2020). Der Vorteil der Ableitung der Kategorien aus Videodaten im Ge-

gensatz zu der Literatur zeigt sich an dieser Stelle. Während die Kategorien aus der Literatur nur so konkret abgeleitet werden können, wie sie dort beschrieben werden, können durch audiovisuelle Informationen Kategorien detaillierter ausgeführt werden.

Drei der acht Subkategorien wurden in dieser exemplarischen Hauptkategorie, wie auch in den meisten anderen Hauptkategorien, nicht kodiert. Dazu zählen die unterschiedlichen Anforderungsniveaus, Lernorte und die konstruktive Lernatmosphäre.

Im Vergleich der Subcodes der kodierten Hauptkategorien zeigen sich wiederkehrende Zugänge zum naturwissenschaftlichen Lernen (Anhang: Tab. 1). Beispielsweise zeigt die Lehrkraft an verschiedenen Stellen in der Videovignette reale Gegenstände (z.B. das Marmeladenglas mit der Lösung, die Materialien aus dem Haushalt zur Überprüfung, was gelöst wurde). Zudem fällt auf, dass Schriftsprache z.B. bei der Beschreibung des experimentellen Vorgehens und bei den naturwissenschaftlichen Informationsmedien zwar zum Teil verwendet wird, dann aber in reduzierter Form und mit Maßnahmen zur Vereinfachung der Sprache. An Stellen, wo der Text reduziert ist, wird den Schüler*innen das Ankreuzen von Vermutungen ermöglicht. Außerdem werden mehrfach Visualisierungen in Form von Zeichnungen, Symbolen oder Abbildungen der Gegenstände oder des Materials verwendet. Außerdem liegt ein weiterer Schwerpunkt auf kommunikativen Zugängen, wie beispielsweise mündlicher Zugänge, indem zwischen der Lehrkraft und den Schüler*innen Dialoge z.B. über den Löslichkeitsbegriff stattfinden, die Lehrkraft eine Geschichte über das Phänomen, dass etwas in dem Wasser „versteckt“ ist, erzählt und die Schüler*innen erklären, was z.B. beim Experimentieren getan wird. Als Sozialformen werden entweder das Plenum, in dem alle Schüler*innen in einem Halbkreis vor der Tafel sitzen, oder die Gruppenarbeit an Gruppentischen eingesetzt.

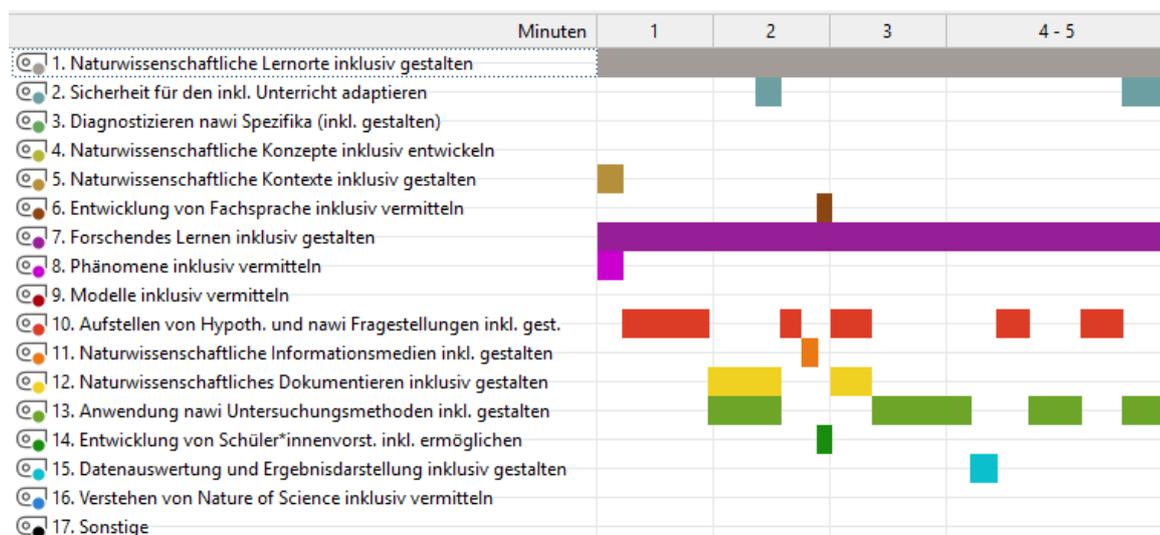


Abb. 5. Codelines entlang der Hauptkategorien zusammengefasst

5 DISKUSSION DES KinUs

Die Analyse der Videodaten mit dem KinU zeigt, dass trotz der Reichhaltigkeit der Kategorien eine praktikable Anwendung möglich ist. Das heißt, dass mithilfe des KinUs inklusiv naturwissenschaftliche Charakteristika in Unterrichtsvideos identifiziert werden können. Dies wird dadurch unterstützt, dass die Videovignette in kurze Abschnitte eingeteilt wurde. Auf diese Weise konnte die Komplexität innerhalb der Kodiereinheiten reduziert werden, da so nur eine oder wenige Hauptkategorien in Frage kamen. Dies bestätigt die Überprüfung des methodischen Vorgehens durch eine zweite kodierende Person.

Trotz Reduktion der Komplexität pro Kodiereinheit ergaben sich in vier Fällen Überschneidungen der kodierten Hauptkategorien. Unberücksichtigt hierbei bleiben die Hauptkategorien zum naturwissenschaftlichen Lernort und Forschenden Lernen (s.o.). Es ist daher zu diskutieren, warum die Kategorien zu den Kontexten und den Phänomenen, dem naturwissenschaftlichen Dokumentieren und den naturwissenschaftlichen Untersuchungsmethoden, der Sicherheit und den naturwissenschaftlichen Untersuchungsmethoden sowie die Kategorien zu den Konzepten und den Schüler*innenvorstellungen in gleichen Abschnitten kodiert wurden. Wird ein Phänomen beispielsweise stets unter einen Kontext gefasst? Beziehen sich Sicherheitsaspekte immer auf das Experimentieren? In welcher Beziehung stehen die Fachsprache und die Schüler*innenvorstellungen zueinander? Oder sind die naturwissenschaftlichen Spezifika so verwandt, dass sie sich in Beobachtungsstudien schnell überschneiden?

Wenn Schüler*innen ihre Planung eines Experiments aufschreiben, geht es dann zentral um die Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden oder speziell um das naturwissenschaftliche Dokumentieren? Das in den Ergebnissen dargestellte Kodierbeispiel (Abb. 4) zeigt, wie in einer Unterrichtsszene beide naturwissenschaftliche Spezifika gleichzeitig angewendet werden können. Dabei werden die Zugänge zu den naturwissenschaftlichen Spezifika durch gleiche Zugänge unterstützt. Z.B. findet sowohl die Planung der Untersuchungsmethoden als auch die Dokumentation des experimentellen Vorgehens gemeinsam in einem kommunikativen Prozess im Sitzkreis statt. Dies könnte dafür sprechen das Dokumentieren unter die naturwissenschaftlichen Untersuchungsmethoden zu fassen und nicht extra auszuweisen. Allerdings gibt es einige Studien, die sich gezielt mit dem Dokumentieren befassen als spezielle Kompetenz (Becker-Mrotzek & Böttcher, 2011; z.B. Rautenstrauch & Busker, 2019). Aussagen zur inklusiven Gestaltung des Dokumentierens würden dann verloren gehen.

Dabei ist die Komplexität dieser Szene noch gering verglichen mit beispielsweise Projektarbeiten, bei denen Schüler*innengruppen gleichzeitig unterschiedliche Fragestellungen experimentell untersuchen sowie unterschiedliche Zugänge zu dem Naturwissenschaftlichem angeboten bekommen. Je mehr naturwissenschaftliche Spezifika gleichzeitig adressiert werden und je mehr Zugänge dazu gleichzeitig angeboten sowie von den Schü-

ler*innen beansprucht werden, desto mehr Überschneidungen der Kategorien des KinUs sind denkbar. Deshalb bietet es sich an, bei beispielsweise parallelen Gruppenarbeiten Videos zu analysieren, bei denen nur eine bestimmte Gruppe gefilmt wurde, und in einem späteren Schritt die Ergebnisse für die gesamte Unterrichtsstunde multiperspektivisch zusammenzuführen. In der Löslichkeitsvignette wurde deshalb für die Szenenauswahl der Experimentierphase das Video einer einzelnen Gruppen verwendet und nicht das Video, das den Klassenraum als Totale zeigt.

Es werden weitere Videoanalysen mit der Anwendung des KinUs benötigt, um die Definitionen der Hauptkategorien entweder weiter auszuschärfen oder womöglich bestimmte Hauptkategorien zusammenzufassen. Im Nawi-In Projekt werden zur Klärung der offenen Fragen Unterrichtsvideos von Lehramtsstudierenden zum inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht mit dem KinU analysiert.

Des Weiteren hat sich zur praktikablen Anwendung des KinUs auf die Videodaten ebenfalls bewährt, innerhalb eines Abschnitts zunächst mit der Hauptkategorie das zentrale naturwissenschaftliche Spezifikum zu identifizieren und danach über die weiteren Ebenen bis hin zur Subcode-Ebene die Szenen zu kodieren. Durch die Komplexität der Videovignette konnten in einem Abschnitt durchaus mehrere Zugänge zu den naturwissenschaftlichen Spezifika beobachtet und deshalb auch mehrere Subcodes gleichzeitig kodiert werden. Durch das schrittweise Durchgehen durch das KinU konnten die Subcodes systematisch kodiert und induktiv ergänzt werden.

Ein weiterer Vorteil der Videoanalyse ergibt sich für das KinU daraus, dass genügend Informationen geliefert werden, um das KinU auch auf der Subcode-Ebene anreichern zu können. Bei der Kategorienbildung aus der Literatur konnten die Kategorien nicht konkreter abgeleitet werden, als in den analysierten Texten formuliert wurde. In der Videovignette konnte genau beobachtet werden, wie die Zugänge zum inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht gestaltet wurden. Der hohe Anteil der induktiv gebildeten Kategorien von den Kategorien, die insgesamt in der Videovignette kodiert wurden, zeigt, dass trotz der Genauigkeit des KinUs immer noch einige Kategorien auf der Subcode-Ebene ergänzt bzw. konkretisiert werden konnten. Spannend ist, ob es aufgrund der Individualität inklusiver Unterrichtsgestaltung jemals zu einer theoretischen Sättigung kommt.

Die Analyse der Videovignette zeigt nicht nur, welche Kategorien kodiert wurden, sondern auch, dass zwei Subkategorien nie kodiert wurden und zwar in keiner der insgesamt kodierten Hauptkategorien. Es wurden keine Zugänge zu den naturwissenschaftlichen Spezifika über einen bestimmten naturwissenschaftlichen Lernort sowie durch unterschiedliche Anforderungsniveaus kodiert. An diesen Stellen zeigt sich, dass der naturwissenschaftliche Lernort als Hauptkategorie ausreicht und nicht als Subkategorie aufgeführt werden sollte. Die Codes und Subcodes zu den Anforderungsniveaus zeigen, dass sie redundant zu anderen Subkategorien sind. Zum Beispiel werden Maßnahmen zur Vereinfachung der Sprache nicht nur unter sprachlicher Unterstützung, sondern auch

unter dem Ermöglichen eines einfachen Anforderungsniveaus aufgeführt. Da ein Ziel des inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts ist, verschiedene Zugänge in Abhängigkeit der Bedürfnisse und Potenziale der Schüler*innen zu den naturwissenschaftlichen Spezifika zu ermöglichen, ist es offensichtlich, dass verschiedene Maßnahmen zum Ermöglichen unterschiedlicher Anforderungsniveaus umgesetzt werden. Aus diesem Grund sollte diese Subkategorie aus dem KinU genommen werden und die Subcodes daraus, die an anderer Stelle noch nicht vorhanden sind, in andere Subkategorien überführt werden.

Insgesamt zeigen sich durch das KinU gleiche Zugänge, die unter verschiedenen naturwissenschaftlichen Spezifika aufgeführt werden. Sollte sich in weiteren Videoanalysen mit dem KinU bestätigen, dass unter den naturwissenschaftlichen Spezifika gleiche Zugänge aufgeführt werden, kann die Darstellung des KinUs vereinfacht werden. Eine mögliche Umstrukturierung würde sich an das in dem Netzwerk inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (NinU) entwickelte Schema anlehnen (Stinken-Rösner et al., 2020). Bei diesem Schema werden auf der horizontalen Achse die Ziele naturwissenschaftlicher Grundbildung und auf der vertikalen Achse die Ziele inklusiven Unterrichts aufgeführt (ebd.). In der Mitte, in der sich die Stränge jeweils treffen, stellen die Knotenpunkte den inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht dar. Bei dem KinU würden auf der horizontalen Achse die naturwissenschaftlichen Spezifika abgebildet werden und auf der vertikalen Achse die Zugänge zu den naturwissenschaftlichen Spezifika. Bei der schematischen Trennung der naturwissenschaftlichen Spezifika und der Zugänge kann es passieren, dass der Bezug zum naturwissenschaftlichen Unterricht wieder vernachlässigt wird. Einer Trennung von inklusiver Pädagogik und der naturwissenschaftlichen Spezifika soll das KinU jedoch entgegenwirken. Trotzdem zeigt sich auch in diesem Beitrag bei der Ergebnisdarstellung wiederkehrender Zugänge, dass diese im Vergleich unabhängig der naturwissenschaftlichen Spezifika genannt wurden.

Es ist außerdem die Frage zu klären, ob alle in der Literatur genannten Zugänge zu den naturwissenschaftlichen Spezifika tatsächlich als inklusiv zu werten sind. Ein Beispiel ist der Zugang über den gemeinsamen Sitzkreis, der ursprünglich aus Kaiser und Seitz (2017) abgeleitet wurde. Die Sitzordnung bedingt, dass bei der Ergebnispräsentation alle Schüler*innen ein bestimmtes Objekt in der Mitte sehen konnten, bedingt aber allein noch lange keine fachliche Partizipation. Bei der Analyse der Videovignette wurde dieser Subcode mehrfach für andere Hauptkategorien analog induktiv gebildet. Mit einer Expert*innenbefragung wird im weiteren Verlauf des Projekts überprüft, unter welchen Bedingungen die in dem KinU aufgeführten Zugänge in der Praxis als inklusiv eingeordnet werden.

Die Frage, ob der beobachtete Unterricht inklusiv gestaltet wurde, sodass alle Schüler*innen partizipieren konnten, ist mit dem KinU nicht abschließend zu klären. Mit dem KinU kann aufgezeigt werden, welche Zugänge die Lehrkraft geschaffen hat und welche Zugänge in den jeweiligen Situationen noch möglich gewesen wären. Ob allerdings die Schüler*innen weitere Zugänge benötigt

hätten, dafür bedarf es der Analyse weiterer Daten. Durch die Definition des Partizipationsbegriffs ist bekannt, dass nicht nur die Zugänge zum naturwissenschaftlichen Unterricht entscheidend sind, sondern auch die Anerkennung der Diversität (Black-Hawkins, 2010). Für die Anerkennung der Diversität könnten z.B. die Einstellungen der Lehrkraft erhoben werden. Ob ein Zugang tatsächlich wirksam war, ob die Schüler*innen sich anerkannt und in ihren Potenzialen gefördert gefühlt haben, dafür könnten die Lernprozesse und erreichten Lernziele der Schüler*innen sowie ihr (selbst wahrgenommenes) Eingebundensein analysiert werden. Zur Identifikation einer erfolgreichen Umsetzung von Partizipation werden folglich weitere Daten benötigt, wie Kriterienkataloge zur Inklusivität von Schule oder Unterricht im Allgemeinen (Ainscow et al., 2006; Florian, 2014) sowie mit Bezug auf den naturwissenschaftlichen Unterricht (Ferreira-González et al., angenommen, 2021; Stinken-Rösner et al., 2020) zeigen.

Um letztendlich mit dem KinU doch eine Annahme treffen zu können, ob z.B. ein Unterricht mehr oder weniger inklusiv gestaltet wurde, muss die Entscheidung derzeit normativ getroffen werden. Aus den Richtlinien des Universal Design for Learning (UDL) geht beispielsweise hervor, dass für die Partizipation der Schüler*innen unterschiedliche Möglichkeiten der Repräsentation und Verarbeitung von Informationen sowie der Förderung von Lernengagement geboten werden sollten (Baumann et al., 2018). Mithilfe des KinUs kann dargestellt werden, ob unterschiedliche Möglichkeiten bzw. Zugänge wie im UDL gegeben werden. Eine Übersicht, wie viele unterschiedliche Zugänge geboten werden, bietet beispielsweise die Darstellung der Codelines. In weiteren Videoanalysen mit dem KinU könnten die Codelines verschiedener Hauptkategorien verglichen werden, um eventuell ein Muster zu erkennen und Kriterien aufstellen zu können, wann ein Unterricht mehr oder weniger inklusiv gestaltet wurde.

Insgesamt konnte mit dem KinU eine Referenznorm gebildet werden, mit der im weiteren Projektverlauf von Nawi-In die Reflexionen der Studierenden mit der Löslichkeitsvignette als Stimulus in Beziehung gesetzt werden können. Diese Referenznorm stellt alle Zugänge zu den naturwissenschaftlichen Spezifika dar, die in der Löslichkeitsvignette wahrgenommen werden konnten. Der Vergleich der Reflexionen mit der Norm wird zeigen, inwieweit die Studierenden in ihren Reflexionen den Fokus auf den inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht setzen können. Interessant wird auch sein, welche Aspekte die Studierenden über die Löslichkeitsvignette hinaus beschreiben und welche Handlungsalternativen die Studierenden generieren.

6 IMPLIKATIONEN UND AUSBLICK

Die Entwicklung des KinUs ist eine bedeutende Innovation für die Lehrkräftebildung. Erstmals werden die inklusiven Zugänge zu den Spezifika des naturwissenschaftlichen Unterrichts so systematisch abgebildet. Dabei werden besonders durch die Subcode-Ebene konkrete Hinweise zur Implementierung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts beschrieben. In dem Nawi-In

Projekt werden die Kategorien des KinUs nicht nur durch die Anwendung auf verschiedene Video- und Audiodaten ausgeschärft, sondern auch zur Planung und Beforschung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts eingesetzt (Brauns et al., 2020). Die in dem Nawi-In Projekt begleiteten Lehramtsstudierenden planen mithilfe des KinUs inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht, den sie während der Praxisphase in der Schule durchführen und videografieren. Dafür werden ihnen durch das KinU Möglichkeiten aufgeführt, wie sie verschiedene Zugänge zu ihren geplanten naturwissenschaftlichen Spezifika umsetzen. Ist beispielsweise geplant, in einer Unterrichtsstunde die Schüler*innen mikroskopieren zu lassen, können die Studierenden dazu z.B. materialgeleitete, digitale oder auch kommunikative Zugänge aus dem KinU auswählen, damit alle Schüler*innen an dem Mikroskopieren partizipieren können. Um den videografierten Unterricht der Studierenden bzgl. der inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika zu analysieren, wird das KinU wie bei der Analyse der Videovignette dieses Beitrags angewendet, um die professionellen Kompetenzen der Studierenden zu beforschen. Zudem reflektieren die Studierenden in dem Nawi-In Projekt sowohl die Videovignette, als auch ihren eigenen Unterricht. Alle Fremd- und Eigenreflexionen werden audiografiert und die Transkripte mit dem KinU ausgewertet. Durch die Analyse mit dem KinU kann im Sinne von Professional Vision untersucht werden, welche inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika die Studierenden in fremdem und eigenem Unterricht wahrnehmen (Noticing) (Sherin, 2007).

DANKSAGUNG

Diese Arbeit wurde vom BMBF (Fördernummer 01NV1731) gefördert. Wir danken Lea Heyden für die Unterstützung zur Sicherung der Qualität bei der Datenauswertung.

LITERATUR

- Ainscow, M., Booth, T. & Dyson, A. (2006). *Improving Schools, Developing Inclusion*. New York: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203967157>
- Aufschnaiter, C. von, Selter, C. & Michaelis, J. (2017). Nutzung von Vignetten zur Entwicklung von Diagnose- und Förderkompetenzen - Konzeptionelle Überlegungen und Beispiele aus der MINT-Lehrerbildung. In C. Selter, S. Hußmann, C. Höhle, C. Knipping, K. Lengnink & J. Michaelis (Hg.). *Diagnose und Förderung heterogener Lerngruppen. Theorien, Konzepte und Beispiele aus der MINT-Lehrerbildung. 1. Auflage* (S. 85–106). Münster: Waxmann.
- Barth, V. L. (2017). *Professionelle Wahrnehmung von Störungen im Unterricht*. Wiesbaden: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-16371-6>
- Baumann, T., Kieserling, M., Struckholt, S. & Melle, I. (2018). Verbrennungen - Eine Unterrichtseinheit für inklusiven Unterricht. *Chemie konkret*, 25(4), 160–170. <https://doi.org/10.1002/ckon.201800016>
- Becker-Mrotzek, M. & Böttcher, I. (2011). *Schreibkompetenz entwickeln und beurteilen: Praxishandbuch für die Sekundarstufe I und II* (3. Aufl.). Berlin: Cornelsen-Scriptor.
- Black-Hawkins, K. (2010). The Framework for Participation: a research tool for exploring the relationship between achievement and inclusion in schools, *International Journal of Research & Method in Education*, 33(1), 21–40.
- Brauns, S. & Abels, S. (2020). The Framework for Inclusive Science Education. *Inclusive Science Education, Working Paper, 1/2020*, 1–145.
- Brauns, S. & Abels, S. (eingereicht, 2021). Die Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden inklusiv gestalten – Naturwissenschaftsdidaktische Theorie und Empirie erweitern mit dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU). *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*.
- Brauns, S., Egger, D. & Abels, S. (2020). Forschen des Lernen auf Hochschul- und Unterrichtsebene beforschen. *Transfer Forschung ↔ Schule*, 6 (S. 201–211). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Bruckmaier, G. (2019). *Didaktische Kompetenzen von Mathematiklehrkräften*. Wiesbaden: Springer.
- Brückmann, M. & Duit, R. (2014). Videobasierte Analyse unterrichtlicher Sachstrukturen. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 189–202). Berlin: Springer.
- Bybee, R. W., Taylor, J., Gardner, A., van Scotter, P., Carlson Powell, J., Westbrook, A. & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications*. Colorado Springs: BSCS.
- Diaz-Bone, R. (2014). Die Performativität der qualitativen Sozialforschung. In G. Mey & K. Mruck (Hg.), *Qualitative Forschung* (S. 103–116). Wiesbaden: Springer.
- Döring, N. & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5. Aufl.). Heidelberg: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5>
- Ferreira-González, L., Fühner, L., Sühlig, L., Weck, H., Weirauch, K. & Abels, S. (angenommen, 2021). Ein Unterstützungsraster zur Planung und Reflexion inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts. *Sonderpädagogische Förderung Heute*.

- Florian, L. (2014). What counts as evidence of inclusive education? *European Journal of Special Needs Education*, 29(3), 286–294. <https://doi.org/10.1080/08856257.2014.933551>
- Grow, J., Günther, F. & Weber, B. (2019). Videovignetten als Reflexionstool. In S. Kauffeld & J. Othmer (Hg.), *Handbuch Innovative Lehre* (S. 427–440). Wiesbaden: Springer.
- Hofer, E., Abels, S. & Lembens, A. (2016). Forschendes Lernen und das 5E-Modell. *Plus Lucis*, 1, 4.
- Kaiser, A. & Seitz, S. (2017). *Inklusiver Sachunterricht. Theorie und Praxis. Basiswissen Grundschule*. 37. Baltmannsweiler: Schneider.
- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung: Grundlagen-texte Methoden, 4., überarbeitete Auflage*. Weinheim u.a.: Beltz Juventa.
- Lamnek, S. & Krell, C. (2010). *Qualitative Sozialforschung: Lehrbuch* (5. Aufl.). *Grundlagen Psychologie*. Weinheim u.a.: Beltz.
- Mayring, P. (2015). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (12., überarb. Aufl.). Weinheim u.a.: Beltz.
- Meister, S., Nitz, S., Schwanewedel, J. & Upmeyer von Belzen, A. (2020). Diagnostische Fähigkeiten Lehramtsstudierender - Förderung mit Videovignetten und Anwendung im Lehr-Lern-Labor. In B. Priemer & J. Roth (Hg.), *Lehr-Lern-Labore: Konzepte und deren Wirksamkeit in der MINT-Lehrpersonenbildung* (S. 223–248). Berlin u.a.: Springer.
- Mey, G. & Mruck, K. (Hg.). (2014). *Qualitative Forschung*. Wiesbaden: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-05538-7>
- Nerdel, C. (2017). *Grundlagen der Naturwissenschaftsdidaktik*. Berlin u.a.: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-53158-7>
- Powell, E. (2005). Conceptualising and facilitating active learning: teachers' video-stimulated reflective dialogues. *Reflective Practice*, 6(3), 407–418. <https://doi.org/10.1080/14623940500220202>
- Rädiker, S. & Kuckartz, U. (2019). *Analyse qualitativer Daten mit MAXQDA: Text, Audio und Video*. Wiesbaden: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-22095-2>
- Rautenstrauch, H. & Busker, M. (2019). Experimentieren im Naturwissenschafts- und Chemieunterricht. In S. Habig (Hg.), *Naturwissenschaftliche Kompetenzen in der Gesellschaft von morgen: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik Jahrestagung in Wien 2019* (S. 345–348). Essen: Universität Duisburg-Essen.
- Rehm, M. & Bölsterli, K. (2014). Entwicklung von Unterrichtsvignetten. In D. Krüger, I. Parchmann & H. Schecker (Hg.), *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung* (S. 213–226). Berlin u.a.: Springer.
- Seifried, J. & Wuttke, E. (2017). Der Einsatz von Videovignetten in der wirtschaftspädagogischen Forschung: Messung und Förderung von fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Kompetenzen angehender Lehrpersonen. In C. Gräsel & K. Trempler (Hg.), *Entwicklung von Professionalität pädagogischen Personals* (S. 303–322). Wiesbaden: Springer.
- Sherin, M. G. (2007). The development of teachers' professional vision in video clubs. In R. Goldman, R. Pea, B. Barron & S. J. Derry (Hg.), *Video research in the learning sciences* (S. 383–395). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Stinken-Rösner, L., Rott, L., Hundertmark, S., Baumann, T., Menthe, J., Hoffmann, T., Nehring, A. & Abels, S. (2020). Thinking Inclusive Science Education from two Perspectives: inclusive Pedagogy and Science Education. *Research in Subject-matter Teaching and Learning*, 3, 30–45.

ANHANG

Minuten	1	2	3	4 - 5
10. Aufstellen von Hypoth. und nawi Fragestellungen inkl. gest.	■	■	■	■ ■
10.1 A. v. Hypo. u. n. Frage. materialgeleitet ermöglichen				
10.1.1 A. v. Hypo. u. n. Frage. modellbasiert ermöglichen				
10.1.2 A. v. Hypo. u. n. Frage. mit Hilfekarten unterstützen				
10.1.3 A. v. Hypo. u. n. Frage. visuell ermöglichen				
induk. 10.1.3.1 ...durch reale Gegenstände	■			
induk. 10.1.3.2 ...durch Symbole			■	
10.1.4 A. v. Hypo. u. n. Frage. mit "graphic organ." struk.				
10.1.5 A. v. Hypo. u. n. Frage. an der Tafel strukturieren				
induk. 10.1.6 ...textbasiert				
induk. 10.1.6.1 ...durch Schreiben an die Tafel		■		
induk. 10.1.6.2 ...durch Schriftsprache auf dem Protokoll			■	
induk. 10.1.7 ...durch Strukturierung unterstützen				
induk. 10.1.7.1 ...durch Tabellen			■	
10.2 A. v. Hypo. u. n. Frage. sprachlich unterstützen				
10.2.1 Hypo. u. n. Frage. multilingual dokumentieren lassen				
10.2.2 A. v. Hypo. u. n. Frage. durch sprachl. Vereinfach. unt.				
10.2.2.1 ... durch Ankreuzen lassen			■	
10.2.2.2 ... durch vorgegebene Satzanfänge				
10.2.2.3 ... durch vorformulierte Sätze				
induk. 10.2.2.4 ...durch reduzierten Text			■	
10.3 A. v. Hypo. u. n. Frage. kognitiv unterstützen				
10.3.1 A. v. Hypo. u. n. Frage. phänomenbasiert ermögl.				
induk. 10.3.1.1 ...durch einen Kontext	■			
10.3.2 A. v. Hypo. u. n. Frage. durch Ordnen und Vergleichen u.				
10.3.2.2 ... durch Zuordnen lassen von Bildern zu den ent. Beg.				
10.4 A. v. Hypo. u. n. Frage. kommunikativ unterstützen				
10.4.1 A. v. Hypo. u. n. Frage. im Plenum unterstützen				
induk. 10.4.1.1 ...gemeinsam im Sitzkreis	■			■ ■
10.4.2 A. v. Hypo. u. n. Frage. in Partner*innenarbeit unterst.				
10.4.3 A. v. Hypo. u. n. Frage. als Lernbegleitung unterstützen				
10.4.3.1 ... durch Aufgr. und Integr. in den Denkpro. d. Sch.				
induk. 10.4.4. ...mündlich				
induk. 10.4.4.1 ...durch Fragen und Antworten	■ ■	■		■ ■
induk. 10.4.4.2 ...durch Erzählungen und Geschichten		■		
induk. 10.4.5 ...in der Gruppe				
induk. 10.4.5.1 ...durch gemeinsames Besprechen			■	
10.5 A. v. Hypo. u. n. Frage. auf versch. Offenheitsgraden erm.				
10.5.1 A. v. Hypo. u. n. Frage. geschlossen ermöglichen				
10.5.1.1 ... durch Vorgaben				
induk. 10.5.1.2 ...durch Umformulieren der SuS Antwort		■		
10.5.2 A. v. Hypo. u. n. Frage. offen ermöglichen				
induk. 10.5.2.1 ...durch freie Äußerungen der SuS	■			
induk. 10.5.3 ...halboffen				
induk. 10.5.3.1 ...durch Vorgeben von Antwortmöglichkeiten			■	
10.6 A. v. Hypo. u. n. Frage. auf untersch. Anforderungsn. erm.				
10.6.1 Über. der Hypo. u. n. Frage. von konkret zu abstrakt ge.				
10.6.2 A. v. herausfordernden Hypo. u. n. Frage. ermöglichen				
10.7 A. v. Hypo. u. n. Frage. an best. Lernorten ermöglichen				
10.7.1 A. v. Hypo. u. n. Frage. in der Lernwerkstatt ermöglicht.				
10.8 A. v. Hypo. u. n. Frage. in konst. Lernat. ermö.				
10.8.1 A. v. Hypo. u. n. Frage. wertschätzend gestalten				
10.8.2 Beim A. d. Hypo. u. n. Frage. von den Fragen d. Sch. au.				
10.9 Sonstige				

Abb. 6. Codeline der Hauptkategorie ‚Aufstellen von Hypothesen und naturwissenschaftlichen Fragestellungen inklusiv gestalten‘

Beschreibung der analysierten Videovignette

Die Löslichkeitsvignette zeigt einen etwa 5-minütigen Zusammenschnitt einer realen 90-minütigen Unterrichtsstunde zum Thema Löslichkeit in einer vierten Grundschulklasse im naturwissenschaftlichen Sachunterricht. Besonders entscheidend für den späteren Einsatz der Videovignette ist die Qualität der multiperspektivischen Aufnahmen, um exakte Bildausschnitte zu erhalten und Details, die mit Bild und Ton übertragen werden, zu zeigen, die von verschiedenen Akteur*innen beim Betrachten der Videovignette zur Reflexion oder Analyse ausgewählt werden können (Grow et al., 2019). Eine hochwertige Qualität der videografierten Unterrichtsstunde konnte dadurch gewährleistet werden, dass sie für ein Multiviewsystem mit mehreren Kameras und Audiogeräten bzw. einem Mikrofon aufgenommen wurde. Feste GoPros um den Sitzhalbkreis bzw. später jeweils eine GoPro an jeder Tischgruppe plus Audiogerät wurden eingesetzt. Zudem wurde eine dynamische Kamera verwendet, die die Lehrkraft begleitet. Die Lehrkraft trug ein Ansteckmikrofon.

„Ich habe ein Problem. Das hier gibt meine Tochter mir und sagt: „Hahaha Mama, ich hab hier was versteckt.“ (00:00-00:14) Mit diesen Sätzen leitet die Lehrkraft die Unterrichtsstunde ein, während die Schüler*innen im Halbkreis vor der Tafel sitzen. Dabei zeigt sie ein geschlossenes Marmeladenglas, in dem eine klare, farblose Flüssigkeit zu sehen ist. Direkt äußern Schüler*innen, dass etwas in dem Wasser versteckt sei. Daraufhin fragt die Lehrkraft, wie man etwas in dem Wasser verstecken kann und jemand aus dem Sitzkreis antwortet: „Irgendwas, was sich auflöst?“ (00:25-00:27). Im Sinne des Forschenden Lernen bildet dieser Einstieg die Engage-Phase (Bybee et al., 2006).

Ziel der Stunde ist, dass die Schüler*innen in der sog. Explore-Phase experimentell herausfinden, welcher der Stoffe, die die Lehrkraft ihnen auf einem Materialtisch zur Verfügung stellt (z.B. Salz, Zucker, Mehl, Ketchup usw.), in der Flüssigkeit (im Wasser) gelöst ist. In dem Sitzhalbkreis vor der Tafel bespricht die Lehrkraft die Fragestellung, die Vermutungen, das experimentelle Vorgehen sowie das Protokoll mit den Schüler*innen. Für Fragestellung, Materialien, experimentelles Vorgehen und Vermutungen hat die Lehrkraft jeweils Symbole vorbereitet, die die Schüler*innen nach und nach an die Tafel pinnen dürfen. Die Forschungsfrage „Was löst sich in Wasser und was löst sich nicht?“ schreibt sie selbst an die Tafel. Für die Materialien und das experimentelle Vorgehen nimmt sie Schüler*innen dran, die Symbole an die Tafel pinnen bzw. zeichnen und dazu erklären, was durchgeführt werden soll. Für die Vermutungen hat sie eine Art Protokoll vorbereitet, auf dem eine Tabelle zu sehen ist, in der in der mittleren Spalte zeilenweise das Testmaterial als Symbol und Wort abgebildet ist. In den linken beiden

Spalten werden die Vermutungen angekreuzt und in den rechten beiden Spalten werden die Ergebnisse angekreuzt, ob sich die zu testende Substanz in Wasser löst oder nicht löst. Beobachtungen und Deutungen sind auf dem Protokoll nicht zu finden. Bevor die Schüler*innen in die Gruppenarbeiten gehen, weist die Lehrkraft darauf hin, dass sie noch klären müssten, was Lösen bedeutet. Sie einigen sich dann darauf, dass Lösen bedeutet, dass „keine Stücke mehr drin sind“ (01:58-2:01).

Nach dem Einstieg im Halbkreis gehen sie Schüler*innen in Kleingruppen zu verschiedenen Gruppentischen. In der Löslichkeitsvignette wird eine Tischgruppe genauer gezeigt, die aus zwei Mädchen und einem Jungen besteht. Im Hintergrund sieht man an der Tafel immer noch das gleiche Tafelbild, wie es zum Anfang der Stunde angefertigt wurde. Zunächst bearbeiten die Schüler*innen die Vermutungen auf dem Protokoll gemeinsam, wobei die zwei Mädchen miteinander reden und der Junge sich zurückhält. Schülerin A leitet das Gespräch ein: „Löst sich, bin ich ich bin für löst sich [...] Und du? [...] Irgendwas sollen wir aber nehmen“ (02:01-02:17). Und Schülerin B beendet es dann mit „Dann kreuzen wir einfach beides an“ (02:17-02:18). Die Schüler*innen nennen keine Begründungen für ihre Entscheidungen. Danach probieren alle drei verschiedene Substanzen aus, ob diese sich im Wasser lösen. Sobald sie fertig mit den Versuchen sind, melden sie dies der Lehrkraft, die anbietet, dass die Schüler*innen sich noch weitere Materialien von vorne holen und ausprobieren dürfen.

Nach der Gruppenarbeitsphase wird in der Vignette wieder der Sitzhalbkreis vor der Tafel gezeigt, in dem die Schüler*innen ihre Ergebnisse präsentieren (Explain-Phase). Vor der Tafel sind zwei Tische zu erkennen, auf denen die beschrifteten Marmeladengläser mit den Versuchsergebnissen der Gruppen stehen. Die Schüler*innen tragen zusammen, dass sich Salz, Zucker und Essig „aufgelöst“ haben. Dann fragt die Lehrkraft, was sie nun tun könnten, „um es rauszufinden“ (03:39-03:50). Ein Vorschlag ist, an der Lösung zu riechen, was die Schüler*innen dann auch tun dürfen, während das geöffnete Marmeladenglas herumgegeben wird. Als nächstes fragt die Lehrkraft: „Gibt es noch eine Möglichkeit rauszufinden, ob es Zucker oder Salz ist, OHNE zu probieren? Probieren ist klar. Dürftet ihr auch dann?“ (04:17-04:29). An dieser Stelle ist das Video geschnitten und in der nächsten Szene äußert die Lehrkraft, dass die Schüler*innen, die geschmeckt haben, wissen, was gelöst ist. Es ist zu hören, wie Schüler*innen im Hintergrund sagen, dass es lecker und nach Zucker schmeckt. Dann schließt die Löslichkeitsvignette damit, dass die Lehrkraft sagt, dass sie trotzdem den Versuch machen, ob Salz in dem Wasser gelöst ist, und sie einen Deckel mit ein bisschen „Wasser“ bis nächste Woche hinstellen (Elaborate-Phase).

Tab. 1. Kodierte Subcodes innerhalb der kodierten Hauptkategorien

Hauptkategorie	Kodierter Subcode
1. Naturwissenschaftliche Lernorte inklusiv gestalten	...durch barrierefreie Wege mit mobilen Tischen (1.1.1.3)
2. Sicherheit für den inklusiven Unterricht adaptieren	...durch Level 0 des Forschenden Lernens (2.2.1.1) ...durch den Einsatz von Regeln und Konsequenzen beim Experimentieren (2.6.1.1)
3. Diagnostizieren naturwissenschaftlicher Charakteristika (inklusive gestalten)	keine
4. Naturwissenschaftliche Konzepte inklusiv vermitteln	keine
5. Naturwissenschaftliche Kontexte inklusiv gestalten	...durch reale Gegenstände (5.1.1.1) ...durch etwas Unsichtbares (5.3.1.1, induktiv) ...durch einen gemeinsamen Gegenstand (5.3.1.2, induktiv) ...durch Bezüge zur eigenen Familie (5.3.5.1) ...durch Geschichten oder Erzählungen (5.6.1.1, induktiv) ...gemeinsam im Sitzkreis (5.6.2.1, induktiv) ...durch Vorgabe des Kontexts (5.7.1.1, induktiv)
6. Entwicklung von Fachsprache inklusiv gestalten	...durch reale Gegenstände (6.1.1.6, induktiv) ...durch Antworten auf die Fragen der Lehrkraft (6.6.4.4, induktiv) ...gemeinsam im Sitzkreis (6.6.5.1, induktiv)
7. Forschendes Lernen inklusiv gestalten	...durch Zeichnungen und Symbole (7.1.2.3, induktiv) ...durch immer verfügbare Materialien auf dem Materialtisch (7.1.3.3, induktiv) ...durch Protokolle (7.1.4.1, induktiv) ...durch Schritte des Forschungszyklus an der Tafel (7.1.4.2, induktiv) ...durch die Verwendung von Alltagsmaterialien (7.4.2.1, induktiv) ...durch Anwenden naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden in der Gruppe (7.5.1.2, induktiv) ...durch Fragen nach dem Bearbeitungsstatus (7.5.4.9, induktiv) ...gemeinsam im Sitzkreis (7.5.6.1, induktiv) ...durch vorgegebene Durchführung unterstützen (7.6.2.4) ...durch eine persönliche Geschichte (7.10.2.1, induktiv) ...durch zur Verfügung stellen weiterer Materialien (7.10.3.3, induktiv)
8. Phänomene inklusiv vermitteln	...durch reale Gegenstände (8.1.5.2, induktiv) ...durch Geschichten oder Erzählungen (8.8.1.1, induktiv) ...gemeinsam im Sitzkreis (8.8.2.1, induktiv)
9. Modelle inklusiv vermitteln	keine
10. Aufstellen von Hypothesen und naturwissenschaftlichen Fragestellungen inklusiv gestalten	...durch reale Gegenstände (10.1.3.1, induktiv) ...durch Symbole (10.1.3.2, induktiv) ...durch Schreiben an die Tafel (10.1.6.1, induktiv) ...durch Schriftsprache auf dem Protokoll (10.1.6.1, induktiv) ...durch Tabellen (10.1.7.1, induktiv) ...durch Ankreuzen lassen (10.2.2.1) ...durch reduzierten Text (10.2.2.4, induktiv) ...durch einen Kontext (10.3.1.1, induktiv) ...gemeinsam im Sitzkreis (10.4.1.1, induktiv) ...durch Fragen und Antworten (10.4.4.1, induktiv) ...durch Erzählungen und Geschichten (10.4.4.2, induktiv) ...durch gemeinsames Besprechen (10.4.5.1, induktiv) ...durch Umformulieren der Schüler*innenantwort (10.5.1.2, induktiv) ...durch freie Äußerungen der Schüler*innen (10.5.2.1, induktiv) ...durch Vorgeben von Antwortmöglichkeiten (10.5.3.1, induktiv)
11. Naturwissenschaftliche Informationsmedien inklusiv gestalten	...durch Fotos, Piktogramme oder Symbole (11.1.1.5) ...durch Überschriften (11.1.11.5) ...durch Tabellen (11.1.11.15) ...durch geschriebene Wörter (11.1.12.1, induktiv) ...durch Reduzierung der Inhalte (11.3.3.1, induktiv) ...durch Verwenden des Aktivs (11.3.5.3) ...durch Verwenden des Imperativs (11.3.5.4) ...durch Verwenden bekannter Wörter (11.3.6.3) ...durch Verzicht auf unnötige Operatoren (11.3.6.4) ...durch Ankreuzmöglichkeiten (11.3.6.6, induktiv) ...durch Erklären (11.6.2.1, induktiv) ...gemeinsam im Sitzkreis (11.3.6.1, induktiv)
12. Naturwissenschaftliches Dokumentieren inklusiv gestalten	...durch Zeichnungen (12.1.1.3) ...durch Symbole (12.1.1.4) ...durch Abbildungen der Gegenstände (12.1.1.5, induktiv) ...durch Tabellen (12.1.2.5, induktiv) ...durch Schreiben an die Tafel (12.1.4.3, induktiv) ...durch Ankreuzen lassen (12.2.1.1) ...durch Weglassen von Schriftsprache (12.2.1.7, induktiv) ...durch Sagen, was passiert (12.5.1.1, induktiv) ...gemeinsam im Sitzkreis (12.5.2.1, induktiv) ...dadurch, dass eine Person für alle dokumentiert (12.5.3.1) ...durch Vorgeben des Protokolls (12.6.1.1)
13. Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden inklusiv gestalten	...durch den Geruch als Indikator (13.1.1.1) ...durch Symbole (13.1.3.4)

- ...durch Abbildungen des Materials (13.3.5, induktiv)
- ...durch Beobachten von Reaktionen (13.1.3.6, induktiv)
- ...durch sichtbare Reaktionsprodukte (13.1.3.7)
- ...durch Löffel als Alltagsgeräte (13.1.19.1)
- ...durch Marmeladengläser als Alltagsgeräte (13.1.19.6, induktiv)
- ...durch den Geschmack als Indikator (13.1.22.1, induktiv)
- ...durch Level 0 oder 1 des Forschenden Lernens (13.2.1.1)
- ...durch Erzählen der Schüler*innen (13.6.1.1, induktiv)
- ...durch Antworten auf die Fragen der Lehrkraft (13.6.1.2, induktiv)
- ...durch Erklären, was gemacht werden soll (13.6.2.3, induktiv)
- ...durch paralleles Anwenden naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden (13.6.3.3, induktiv)
- ...durch gemeinsames Agieren (13.6.3.4, induktiv)
- ...gemeinsam im Sitzkreis (13.6.6.1, induktiv)
- ...durch Fragen (13.6.7.3, induktiv)
- ...durch konkrete Handlungsanweisungen (13.7.1.1)
- ...durch kurze Experimente (13.8.2.1)
- ...durch zusätzliche Experimente (13.8.3.1)
- ...durch genügend Zeit für Experimente (13.11.1.2, induktiv)
- ...durch Reaktion von Störverhalten (13.11.3.1, induktiv)
- ...durch reale Gegenstände (14.1.1.1, induktiv)
- ...gemeinsam im Sitzkreis (14.4.2.1, induktiv)
- ...durch Antworten auf die Fragen der Lehrkraft (14.4.3.1, induktiv)
- ...durch die Gegenstände aus der Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden (15.1.1.2, induktiv)
- ...durch Präsentieren lassen (15.5.1.1, induktiv)
- ...als Gruppenpräsentation (15.5.2.1, induktiv)
- ...gemeinsam im Sitzkreis (15.5.5.1)

*14. Entwicklung von Schüler*innenvorstellungen inklusiv gestalten*

15. Datenauswertung und Ergebnisdarstellung inklusiv gestalten

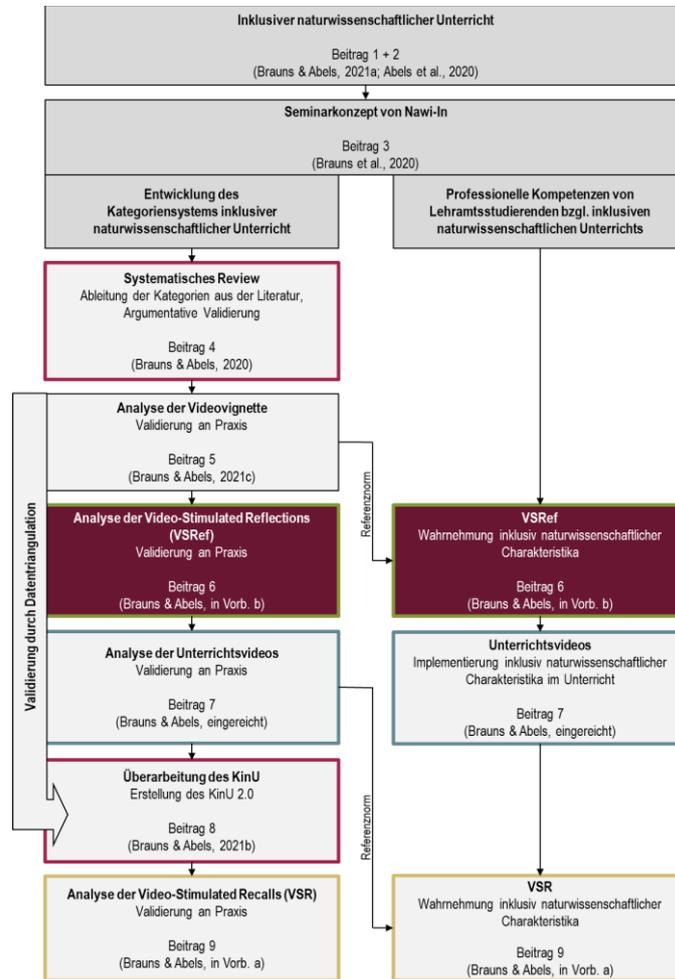
16. Verständnis von Nature of Science inklusiv vermitteln

keine

Beitrag 6

Validating the Framework for Inclusive Science Education by Analysing Pre-Service Teachers' Video-Stimulated Reflections

Sarah Brauns und Simone Abels



Brauns, S. & Abels, S. (in Vorb. b). Validating the Framework for Inclusive Science Education by Analysing Pre-Service Teachers' Video-Stimulated Reflections.

Beiträge der Autor*innen.

Konzeptualisierung	SB, SA	Methodik	SA, SB, DE, KS	Software	SB, LH	Validierung	SB, LH
Analyse	SB, LH	Untersuchung	SA, SB, DE, KS	Ressourcen	SA	Originalentwurf	SB, SA
Überarbeitung	SB, SA	Beitragsleitung	SB	Projektleitung	SA	Finanzierung	SA

Validating the Framework for Inclusive Science Education by Analysing Pre-Service Teachers' Video-Stimulated Reflections

Sarah Brauns^{a*} and Simone Abels^a

^aScience Education, Leuphana University Lüneburg, Germany

*sarah.brauns@leuphana.de

Sarah Brauns is a research assistant at Leuphana University Lüneburg in Science Education and works in the federally funded project 'Nawi-In' (Teaching Science Education Inclusively).

Prof. Dr. Simone Abels is head of the department of Science Education at the Leuphana University of Lüneburg and leads the federally funded project 'Nawi-In'.

Validating the Framework for Inclusive Science Education by Analysing Pre-Service Teachers' Video-Stimulated Reflections

The implementation of inclusive science education is important to facilitate all students acquiring scientific literacy. To meet this goal, teachers need to be adequately prepared to develop professional competencies in inclusive science education. As research shows, video-based tools are particularly effective for this purpose. Accordingly, we conducted Video-Stimulated Reflections (VSRef) with student teachers in a pre-re-post design, in which the student teachers studying science for primary or lower secondary reflected on a video vignette showing an experienced science teacher. In this process, the student teachers were asked to (1) describe, (2) interpret and (3) generate alternative actions for inclusive science aspects. The VSRef were audiographed and transcribed. The qualitative content analysis of the VSRef was conducted using the Framework for Inclusive Science Education for two reasons: (a) to analyse student teachers' professional noticing as part of their professional vision regarding inclusive science characteristics and (b) to validate and further develop the Framework. The results show minor differences between primary and secondary education student teachers. Overall, the student teachers mainly described what was directly visible in the video vignette and generated few action alternatives to the video vignette. But the student teachers noticed increasingly more inclusive scientific aspects and used more technical terms. 22 % of the codes ($n_{\text{total}}=999$) from the Framework were coded with inductively derived categories, which means, that these categories had not been published in the literature before. Implications are provided with regard to the implementation of the Framework in teacher education and research on inclusive science education.

Keywords: professional vision, inclusion, teacher education

Introduction

Learning scientific ways of thinking and working in order to respond responsibly to environmental and societal changes and to make decisions in a globalised world, now and in the future, is more important than ever (Levrini et al., 2019). To prepare all students for this, they must be enabled to develop scientific literacy (Smith et al., 2012).

The basic learning goals in this sense include learning science, learning about science, doing science and learning to address socio-scientific issues (Hodson, 2014). The OECD (2019, p. 99) describes the competencies of scientific literacy as explaining phenomena scientifically, evaluating and designing scientific enquiry, and interpreting data and evidence scientifically. Science for all demands have long been made to prepare students not only for social and political issues, but also for scientific careers, the understanding of the scientific world and the logic of scientific methods (AAAS, 1989). “But despite early attempts to raise awareness of the needs and promises of a growingly diverse student population, science seems to continue to belong to a selected few rather than all of our students” (Southerland et al., 2011, p. 2183). How can the acquisition of scientific literacy be made possible for all students?

Key to scientific literacy for all is from our point of view inclusive science education. Implementing inclusion recognises the individual experiences, competencies and potentials that students bring to the classroom, minimises barriers and enables participation in social and academic processes (Kim et al., 2020). “Science education fosters inclusion by facilitating participation in science-specific learning processes for all learners. By appreciating the diversity and individual prerequisites, science education involves individual and joint teaching and learning processes to promote scientific literacy” (Walkowiak et al., 2018, p. 269).

In the past, there have been selective references in literature and research to how inclusive approaches to science education can be created, e.g., through inquiry-based learning (Abels, 2014), adapted materials and devices for experimenting (Teke & Sozbilir, 2019) or visualisations for developing scientific concepts (Hwang & Taylor, 2016). For example, in inquiry-based learning, the degree of openness can be created

via four different levels (0=verification, 1=structured, 2=guided, 3=open) (Blanchard et al., 2010).

Although the implementation of inclusive education in general has already been systematised and operationalised in Frameworks (Booth et al., 2006; Soukakou, 2016), there were previously only theoretical constructs for the implementation of inclusive science education so that Frameworks could potentially develop (e.g. Stinken-Rösner et al., 2020). To address this desideratum, we developed the Framework for Inclusive Science Education (fig. 1). In a systematic literature review, the categories of the Framework were derived from theory and research.

Insert figure 1

The Framework for Inclusive Science Education consists of a total of sixteen main categories (fig. 1), each of them representing a scientific characteristic which is implemented in an inclusive manner. A recurring pattern emerges through the subcategories. Using “Teaching concepts ...” as one example, the following subcategories are amended (Brauns & Abels, 2020):

- materially guided,
- action-oriented,
- with linguistic support,
- digitally,
- communicatively,
- ...

All categories are sorted according to their degree of abstraction, from main category (abstract) to subcategory (rather abstract), via code (rather concrete) to subcode (concrete). In total, the Framework for Inclusive Science Education comprises

n=935 categories (Brauns & Abels, 2020). This means that the Framework is not only very extensive, but also shows a wide range of inclusive approaches to the specifics of science education and precisely represents the literature on inclusive science education.

The comprehensive nature of the Framework may pose certain challenges, e.g. in terms of the application to data, because the categories to be coded have to be well known in advance and used systematically. Moreover, the distribution of theoretical-conceptual (54 %) and empirical papers (46 %) shows that a considerable part of the inclusive approaches listed in the Framework have been developed theoretically and still need to be verified by empirical application (Brauns & Abels, 2020). For this reason, the Framework is validated in a multi-stage process adapted to the project logic of Nawi-In. The Framework is designated to be used in the planning, reflection and analysis of inclusive science education and we see it as dynamic, which means that it is constantly being validated and revised.

This paper presents the results of the analysis of Video-Stimulated Reflections (VSRef) (Powell, 2005) with the Framework. With the application on VSRef, the Framework was not only validated on practice (Brauns & Abels, accepted, 2021), it was also analysed which inclusive science characteristics student teachers noticed in terms of professional vision (Seidel et al., 2011) in a certain video vignette (Brauns & Abels, accepted, 2021). Therefore, we present and discuss a double focus in this paper.

Video-Stimulated Reflections

VSRef have been shown to promote reflective competencies as part of the professional competence of teachers (Powell, 2005). Furthermore, they support student teachers to better understand their own actions as teachers, their learning and the learning of their students (Cutrim Schmid, 2011). Moyles et al. (2002) found in their study that the use of videos for reflection has a positive effect on the teachers' professional development.

Additionally, Tripp and Rich (2012) summarised the opinions of teachers, who reported that the use of video reflections supports them in “(a) focus their analysis, (b) see their teaching from a new perspective, (c) trust the feedback they received, (d) feel accountable to change their practice, (e) remember to implement changes, and (f) see their progress” (Tripp & Rich, 2012, p. 737). These results are also confirmed by Cutrim Schmid (2011), who identified in their analysis that video reflections are “effective opportunities for reflection, self-evaluation and pedagogical development” for teachers (Cutrim Schmid, 2011, p. 252). With the help of the video stimuli, teachers are able to improve their reflections on specific situations and raise their awareness of a specific focus (Consuegra et al., 2016), i.e., they notice certain aspects in a video.

Professional Vision

As the review by Chan et al. (2020) shows, research on teacher noticing in science classrooms has increased in popularity in recent years, especially qualitative studies. At the beginning, for example, student teachers tend to notice general pedagogical aspects, whereas they focus on relevant aspects as their competencies increase (Sherin, 2007). This further development of the professional competencies is possible through targeted preparation (Stürmer et al., 2013). In addition, a comparison between the reflection of one's own and other teachers' lessons shows that teachers are less critical regarding their own lessons than other teachers' lessons (Seidel et al., 2011).

The student teachers' noticing, which we analyse in the specific context of inclusive science education in our project, is part of the concept 'professional vision' and describes a component of teaching expertise (Abels, 2019; Meschede et al., 2017; Seidel et al., 2011). The professional vision is composed of two components, which are mutually dependent: noticing and knowledge-based reasoning. The noticing – on which the focus is in this paper – describes the process by which student teachers give

attention to certain aspects in a video vignette, whereas other aspects are given less attention (Sherin, 2007). Meaning is given to what is noticed from a professional perspective and because of this, professional vision requires the application of professional knowledge (Chan et al., 2020). In addition, noticing for identifying teaching situations that are crucial for effective teaching practice is described (Stürmer et al., 2013). Knowledge-based reasoning describes the interpretation of perception (Stürmer et al., 2013). As we focused on the noticing, we analysed, which inclusive scientific characteristics the student teachers perceived in the video vignette and not how they interpreted what they noticed in terms of knowledge-based reasoning.

Research focuses

To develop the Framework for Inclusive Science Education, which resulted from the Nawi-In project, has necessitated a profound validation process. The application of the Framework pursues two main purposes: (a) analysis of the professional competencies of student teachers regarding inclusive science education and (b) validation of the Framework. Collecting the VSRef we could analyse the student teachers' noticing regarding inclusive scientific characteristics. Study participants were student teachers in a master's program in [country]. Exploring the professional competencies of student teachers regarding inclusive science education was accompanied by the following research questions:

- RQ1: What characteristics of inclusive science education do student teachers notice in Video-Stimulated Reflections?
- RQ2: How do the student teachers' competencies develop regarding the noticing in VSRef from pre over re to post?

- RQ3: What are the similarities and differences of student teachers' competencies in primary and secondary science education?

With the analysis of the VSRef, the second validation on practice (Brauns & Abels, accepted, 2021) was conducted. This leads to implications for the modification of the Framework and was accompanied by the methodological questions:

- MQ1: To what extent has the Framework for Inclusive Science Education reached saturation?
- MQ2: Are the categories of the Framework disjunctive?
- MQ3: To what further development and revision do the results of the analysis lead?

Materials and methods

In the following, the methodical procedure for collecting and analysing the VSRef is presented, whereby the data evaluation was carried out both qualitatively and quantitatively.

Ethics

All data in the Nawi-In project have been and will be treated with consideration of the "Guidelines for Safeguarding Good Research Practice" of the German Research Foundation (DFG, 2019). The implementation of these guidelines was reviewed and confirmed by the ethics committee of the Leuphana university Lüneburg. In addition, the project was authorised by the responsible school council. The school management, teachers, student teachers, guardians and students voluntarily participated in the data collection and agreed to the declaration of consent for the anonymous use of the data in teaching and research.

Research field and sample

In total, the project encompasses three cohorts. So far, we dispose of full data sets of the first cohort, i.e., we accompanied $n=12$ student teachers ($n_{\text{primary}}=7$, $n_{\text{secondary}}=5$) of the master's programme over two semesters. In the first semester of the preparation course, the student teachers broadened their theoretical and conceptual knowledge of inclusive science education with an emphasis on inquiry-based learning (Abels, 2014; Bybee et al., 2006), practised and developed their professional vision on video scenes, and applied practical inquiry-based learning in the seminar with their colleagues (Brauns et al., 2020). In the second semester, the student teachers participated in the internship at school and designed their own inclusive science lessons, carried them out, reflected on them and generated alternative actions. The student teachers used the Framework for Inclusive Science Education to analyse their own teaching.

We used the Video-Stimulated Reflections (VSRef) once before and once after the preparation course and a third time after the internship at school. This results in a total number of audio data of $n=36$. The particularity of the project is that the noticing in terms of professional vision is specified by our focus on inclusive science education. For this reason, the video vignette used was specifically selected.

The video vignette is a compilation of a 90-minute science lesson, cut to 5 minutes in total, which shows scenes from the inquiry phases of the original lesson (5E instructional model: engage, explore, explain, elaborate, evaluate (Brauns & Abels, accepted, 2021; Bybee et al., 2006). It shows the lesson of an experienced teacher in a fourth grade of primary school (age ca. ten year-olds) on the topic of solubility. The teacher introduces the lesson based on a problem in an inquiry-based context by saying "I have hidden something here" and showing a jam jar with a transparent liquid (engage phase). Together with the students, she works out the question and the methodical procedure. In the exploration phase, the students experiment in groups until they meet

again in the plenum. In the explanation phase, they evaluate the observations of the groups together. Overall, the teacher uses different approaches and scaffoldings promoting the students to learn inquiry-based, which provides the student teachers with several opportunities to notice inclusive science aspects during reflection.

The inclusive science characteristics shown in the video vignette were identified in the preliminary work of Brauns and Abels (accepted, 2021) qualitatively analysing the video vignette with the Framework. The results of this analysis represent the reference norm of which inclusive science aspects the student teachers can notice in the video vignette. In the video vignette, different approaches to the phenomenon and context of solubility as well as to the question and the formulation of hypotheses were shown at the beginning. Afterwards, the experimentation phase was designed inclusively with the application of scientific research methods and finally the data from the experiments were evaluated and presented with different educational means. With the help of this reference norm, it is possible to compare the student teachers' noticing with it in order to draw conclusions about the response of the set stimulus and the development of the students' professional competences (Brauns & Abels, accepted, 2021).

The selection of the described vignette is intended to strengthen the subject-specific perspective regarding inclusion (Grow et al., 2019). Using authentic video scenes, student teachers are encouraged to engage in a process of reflection on inclusive science teaching. The advantages of classroom videos instead of directly observed lesson reflections are, for example, that the complexity of the lesson can be controlled in a targeted way, individual scenes can be viewed several times and a connection is made between theory and practice (Sherin, 2007). The selected video vignette shows a range of inclusive approaches to the specifics of science education (Brauns & Abels,

accepted, 2021). Even though “worst-practice examples” have shown to be particularly effective for learning, a “better” example was specifically used here in order to provide the students with as many discussion topics as possible, which could provide an incentive to reflect on inclusive science education beyond what they have seen (Grow et al., 2019).

Data collection

We conducted Video-Stimulated Reflections (VSRef) in a pre-re-post-Design to collect the data for the validation of the Framework for Inclusive Science Education (Brauns & Abels, accepted, 2021) and the analysis of the professional competence of student teachers (Powell, 2005). As we accompanied the student teachers, we conducted the VSRef before and after the first semester at the university and after the internship at school. We showed the same video vignette at all three points of data collection and asked the student teachers to describe, interpret and give alternatives to the inclusive scientific aspects that they could notice (Sherin, 2007). The reasons for this is that as there was sufficient time between the survey dates, most students could not remember the exact video, and to make the analysis comparable. All VSRef were audiographed and transcribed.

Data analysis

The transcripts of the VSRef were analysed both quantitatively and qualitatively using the Framework for Inclusive Science Education (Mayring, 2014). In order to be able to compare how the student teachers noticed inclusive science characteristics in comparison to general pedagogical and general science education aspects, two further categories on the latter aspects were used in addition to the Framework. The focus was on the noticing of inclusive scientific characteristics of the student teachers as well as

which inclusive scientific action alternatives the student teachers generated to what they noticed in the video vignette.

In order to identify the noticed inclusive science characteristics from the Framework in the VSRef, a qualitative content analysis was conducted after the nominal deductive category assignment (Mayring, 2014). In order to make the qualitative content analysis of the VSRef transparent, comprehensible and replicable, not only the interpretation was determined in advance, but also the units of analysis. The VSRef transcripts of the first cohort of primary and secondary education were only used of those student teachers who participated in the data collection at all three points of time. This allows comparing pre-, re- and post-data. The reflections to the tasks on describing, interpreting and generating alternative actions were analysed. At least a half-sentence and at most a unit of meaning was coded. Multiple coding was possible through the coding units.

Insert figure 3

This coding example (fig. 3) shows how the inclusive design of two scientific specifics is addressed in a unit of meaning. Here, the generation of scientific hypotheses and the protocol are first explained in plenary, so that the students can continue to work with them later in the groups (Brauns & Abels, 2020). A section was then coded with the Framework for Inclusive Science Education when a scientific specific was mentioned in connection with an inclusive implementation. If science or inclusive aspects were mentioned separately and unrelated to each other, these codings were not coded with the Framework, but coded as additional categories “science” or “inclusive”. The challenge in identifying some scientific specifics lay in the fact that the video vignette shown, especially because it depicted a primary school class, often used everyday language instead of technical language to describe scientific aspects. These terms were partly taken up by the student teachers and were then interpreted as science-specific. In a

comparison of primary and secondary student teachers, it was noticeable that student teachers in primary science education in particular used everyday terms rather than technical language.

With the deductive approach to qualitative content analysis, we applied an argumentative process to ensure the quality similar to the video analysis with the Framework (Brauns & Abels, accepted, 2021). In this study, the data from the pre-survey of the cohort of student teachers was used for argumentative validation (fig. 4). For this purpose, coder 1 trained coder 2 sufficiently in advance and familiarised them with the materials. Despite the training, coder 2 coded mainly at the main category level of the Framework for Inclusive Science Education and refined it through memos. This approach shows the challenge of applying the highly inferent Framework with its n=935 categories, if one has not worked with it before. For economic reasons the coded main categories were used adding the memos of coder 2. After both researchers had coded the selected sample individually, the codings were compared and differences discussed. The comparison of the codings of both coders showed that both coders used different levels of interpretation. Coder 1 more often used the categories for general education and science education. With regard to the research question of what student teachers notice, the rules of interpretation were modified, the level of interpretation was increased and the coding rules were revised. Afterwards, coder 1 coded the entire data with the Framework for Inclusive Science Education, marking unclear areas. In a second run through the complete data material, all codes were reviewed and unclear codes were clarified. In the third complete run through the data material, coder 1 and coder 2 reviewed and discussed all codes in an argumentative procedure and clarified the last unclear passages.

Insert figure 4

After all data was coded, the codes were evaluated both quantitatively and qualitatively. In the quantitative analysis, the numbers of codes along the main categories and transcripts were transferred to Excel (2016) and analysed. For the calculation of the T-Test, which was used to analyse potential significance between the primary and secondary student teachers and between pre, re and post, the data were transferred into SPSS (version 25). In the qualitative content analysis via nominal deductive category assignment (Mayring, 2014), the codings were first paraphrased and summarised per transcript at the level of the main categories. Afterwards, the results from the individual transcripts were summarised per survey time for the student teachers of primary and secondary education.

Results

Due to the dual focus of this paper, the results related to the framework will be presented first, before the results related to professional perceptions are further explained. First, the results regarding the saturation of the Framework are described. 22 % of the codes from the Framework ($n_{\text{total}}=999$) were coded with inductively derived categories. Mainly, inclusive approaches such as *working independently*, *motivating design* and *enabling through a problem* to hypothesising and scientific questioning were coded inductively. This means that these aspects were not found in the literature so far. In addition, regarding the application of scientific research methods, *determining the materials*, *supporting on the blackboard* and *quantitative differentiation through further research materials* were coded inductively.

Furthermore, it was analysed whether the categories of the Framework are disjunctive. All coded categories were verified for their discriminatory power to other categories by applying them to the VSRef. With the application of the Framework to the VSRef non-disjunctive and context specific categories could be identified. During the

analysis, memos in MAXQDA were used in each case to note where the Framework needed to be revised. In the application of scientific research methods, for example, *symbols* and *images of the material* were listed under various subcodes, whereby the student teachers additionally mentioned *drawings*, *pictures* and *cards* as inclusive approaches. The correspondingly marked categories should be summarised.

In order to be able to discuss the connection between general pedagogical aspects and the focus on inclusive science education later on, the results from the category general pedagogy and categories from the Framework for Inclusive Science Education are presented in the following. For this purpose, “Creating inclusive inquiry-based learning” (cat. 7) was chosen in order to discuss the results with regard to the seminar conception with which we accompanied the student teachers. “Creating inclusive generation of hypotheses and research questions” (cat. 10) and general pedagogy aspects are also presented, because these are the categories with considerably more codes. Cat. 10 and 13 are closely related to inquiry-based learning. As the student teachers were asked to give alternative actions in the VSRef, only those aspects that could not be identified in the video vignette are considered as alternative actions in the results.

Noticed characteristics of inclusive science education

The graphs in figure 5 show that the student teachers of both school levels responded particularly to the stimuli on creating hypotheses and research questions inclusively (cat. 10) as well as on applying scientific research methods (cat. 13). These focal points reflect the stimuli, which were mainly identified in the video vignette (Brauns & Abels, accepted, 2021). To demonstrate this, the results of the video analysis of the video vignette from the preliminary work of Brauns and Abels (accepted, 2021) were compared with the results of the analysis of the VSRef, displayed together in Figure 3.

The results of the analysis of the video vignette provide the reference norm (Ollesch et al., 2018), which shows what inclusive science characteristics were set as stimuli in the video vignette. At a similarly high level to cat. 13 and cat. 10, there are the coded general pedagogy aspects which are followed next by science education aspects.

However, it is also striking that the student teachers achieved higher code shares in the inclusive design of the data evaluation (cat. 15), and in the application of scientific research methods (cat. 13) in the total coding of the respective data than the code shares in the video vignette. It is also noticeable that the code shares for the VSRef in the adaptation of safety (cat. 2) and the inclusive design of the science learning environment (cat. 1), the science information media and the science documentation are lower than for the video vignette.

Insert figure 5

In the individual comparison of the descriptive statistics, the code shares are mostly particularly high in the main categories where the stimuli were set accordingly by the video vignette. However, there is no obvious pattern as to when the student teachers focus their noticing on one particular aspect and when they describe several characteristics of inclusive science education with similar frequency. The student teachers' noticing is completely individual not only among the cohort, but also over the pre-re-post course.

Development of the noticing

In the pre-re-post comparison of all student teachers (fig. 5), there are significant differences from pre to re according to the inclusive design of the application of scientific research methods (Cat. 13) with an average of 5.84 (95 %-CI[-10.57, -1.10]) significantly more coded categories in re than in pre, $t(22)=-2.56, p<.05$. There are no significant differences from re to post, none from pre to post. Furthermore, regarding the

student teachers of primary education, the share of codes in the total number of codes in pre for the inclusive generation of hypotheses and scientific questions (cat. 10) is lower than in re and post. It can be noted that the code proportions of the general pedagogy aspects are considerably higher in pre than in re and post. In the case of student teachers of secondary education, the descriptive statistics show a slight increase in the code proportions from pre to re to post only in relation to the inclusive design of inquiry-based learning (cat. 7).

General pedagogy

In pre, the student teachers focused on the teacher in the video and noticed their personality. They described the teacher as being consistent, assertive, calm in the classroom, authentic and having a pleasant voice. The description of the teacher was no longer mentioned by the student teachers in re and post. Instead, the focus was on the students and the diversity of the learning group, e.g., making the instruction student-centred, allowing questions from the students to arise and differentiating the instruction. As a result, more different approaches (e.g., enlarging the worksheet, visualising with picture cards, making the lesson activity-oriented) were noticed and alternatives for action were described. In addition, the formulations regarding different teaching methods or principles (e.g. gallery walk, action orientation, using posters) as well as cognitive approaches (e.g. making the lesson problem-oriented, relating to everyday life) increased. The focus of the reflections was similar in the sense of a constructive learning atmosphere through the motivating design of the lessons. Classroom management strategies were mainly mentioned in pre and re, e.g., enabling clear structures, having control over the class, interrupting disturbances, making the lessons transparent.

Creating inclusive inquiry-based learning (cat. 7)

There are clear differences with regard to the levels of inquiry-based learning. In pre it was mentioned to design inquiry-based learning at different levels. In re, the different levels were described in more detail explaining what task was more or less structured at the respective levels (e.g. enabling inquiry-based learning at level 2 and thereby specifying a research question and letting the students find out the results themselves). In addition, technical terms such as scaffolding were used in re. In post, level 1, which level was also identified in the analysis of the video vignette, was noticed in the video vignette and action alternatives (e.g., letting the students do the inquiry-based learning on their own) were generated.

With regard to materially guided approaches to inquiry-based learning, it was apparent that the student teachers in pre only associated the visualisations (the teacher used symbols for every step of inquiry) with it. In re and post, however, they listed several approaches (e.g., supporting inquiry-based learning with a poster or supporting inquiry-based learning with picture cards). The student teachers in pre only described approaches that could be observed in the video vignette, while in re they listed additional approaches as action alternatives based on theory. The theoretical reference is also evident in re in the use of technical terms (e.g., scaffolding). In re, the explanations on the inclusive design of inquiry-based learning were described in detail and were again presented in a more summarised form in post.

Creating inclusive generation of hypotheses and research questions (cat. 10)

The student teachers at both school levels described the generation of hypotheses and scientific questions as problem-oriented or motivating through the story that in the video vignette the teacher's daughter had 'hidden' something in the glass. In addition, the generation of the questions was noticed to be either predetermined or semi-structured at

all times, and the student teachers described having the students generate the research questions as an alternative action. In the video vignette, it could be seen that the teacher initially had the students formulate a research question in plenary, but later wrote their own formulation of the research question on the board. This showed that the formulation of the research question was strongly guided.

In re, it was additionally mentioned to enable assumptions in a reflective way, visual approaches, approaches via the wording and the support with the worksheet. In re, the use of technical terms, books, relevant design, support through similar problems, etc. were also listed. In post, further approaches were listed such as differentiating, simplifying and using technical terms when generating hypotheses and scientific questions, as well as allowing hypotheses to be ticked off and supporting the generation of the question with different colours, which could not be seen in the video vignette.

Summary

Through the content analysis, changes can be noted in the student teachers' noticing of inclusive aspects of science education. While in pre the teacher personality was described, later the role of the teacher as a learning guide was listed. In addition, the student teachers increasingly noticed the students, their diversity and inclusive approaches to the specifics of science, as well as they increasingly generated action alternatives to the teacher's actions in the video vignette. The aspects were described in more detail. In addition, more technical terms were used in re especially in relation to the inclusive implementation of inquiry-based learning and the student teachers referred to theoretical concepts. This implies an influence of the seminar between pre and re with the focus on inquiry-based learning for the implementation of inclusive science education.

Similarities and differences of the school levels

The descriptive statistics of the coded categories of the Framework for Inclusive Science Education show overall that the primary and secondary education student teachers have focused their noticing on similar main categories with significant differences in two main categories (fig. 5). Particularly, the category “Creating inclusive application of scientific research methods” (cat. 13) was coded with an average of 4.3 (95 %-CI[-8.14, -0.47]) significantly more often in the VSRef of the student teachers of secondary education compared to the student teachers of primary education ($t(34)=-2.28, p<.05$). The general pedagogy codes were coded with an average of 2.51 significantly more often in the VSRef of the student teachers of secondary education compared to the student teachers of primary education ($t(34)=-2.12, p<.05$).

General pedagogy

With regard to general pedagogical aspects in the results of the qualitative content analyses, the primary and secondary student teachers noticed similar aspects, thus no considerable differences could be found regarding the content.

Creating inclusive inquiry-based learning (cat. 7)

The differences between primary and secondary student teachers are mainly related to pre. At that time, the primary student teachers already mentioned different approaches to inquiry-based learning (e.g. making inquiry-based learning motivating, guiding inquiry-based learning at different levels, supporting inquiry-based learning as a learning guide through the feeling of doing research together) and partly classified it theory-based. The student teachers at secondary level presented the inclusive implementation more superficially and instead of referring to the levels of inquiry-based learning (Blanchard et al., 2010) in a theory-based way, they stated different levels of

competence.

Creating inclusive generation of hypotheses and research questions (cat. 10)

The student teachers of primary and secondary education described similar approaches to the inclusive design of the hypotheses and scientific research questions that could be observed in the video vignette. One difference is that only the student teachers at the primary level described designing the hypotheses and scientific questions in a constructive learning atmosphere and with cognitive approaches. This includes, for example, having students make assumptions in a positive error culture as well as clearly designing and pre-structuring the research question. As a further difference, only the student teachers at secondary level described adapting the questions in the degree of abstraction or abstracting the research question further. In addition, the number of inclusive approaches to hypothesising and posing scientific questions in secondary education decreased from re to post, while the number of codes in primary education continued to increase.

Summary

Overall, apart from the significant differences in the descriptive statistics with regard to general pedagogy aspects and the inclusive design of the application of scientific research methods (cat. 13), no considerable significant differences in the professional noticing of the primary and secondary education student teachers were found. Minor differences related to the constructive learning atmosphere and theory from the primary student teachers and different degrees of abstraction from the secondary student teachers. All student teachers responded similarly to the stimuli of the video vignette, when summarised within the school levels.

Discussion

In order to elicit both the professional competencies of student teachers and the methodological aims for validating and developing the Framework for Inclusive Science Education, the discussions of both parts are presented below.

Noticed characteristics of inclusive science education

The results show that the student teachers mainly described the inclusive science characteristics shown in the video vignette. However, the video vignette was intended to serve as a stimulus to encourage student teachers to describe and justify inclusive science aspects in their reflections (Powell, 2005). Alternative actions, which could have been generated beyond the video vignette, were presented by the student teachers in terms of general pedagogy rather than inclusive science characteristics. Studies confirm this result with the fact that student teachers, in contrast to experienced teachers, still notice aspects rather superficially and find it difficult to generate alternative actions (Berliner, 2001; Meschede et al., 2017). Student teachers as novices describe what they can directly see (Blomberg et al., 2014).

It was also evident how the student teachers focused on certain aspects of the video vignette. Instead of focusing on different science specifics shown and their inclusive implementation, the student teachers mainly responded to the inclusive creating of the hypotheses and research questions (cat. 10), on the application of scientific research methods (cat. 13) as well as on general pedagogy aspects. The fact that student teachers focused their attention on the obvious stimuli can be explained by the fact that student teachers do not have a holistic view of the complexity of teaching (Sherin, 2007). Whereas studies show that teachers with more practice experience can keep the class in view even when they are engaged with one person (Hoth et al., 2018). Therefore, student teachers as novices need scaffolding that supports them to concretise

their professional noticing (Blomberg et al., 2014). Revised scaffolding questions should specifically ask (1) which scientific specifics the student teachers noticed in the video vignette, (2) which inclusive approaches the teacher facilitated therefore, (3) why the teacher may have chosen these approaches and (4) which further inclusive approaches the teacher could have implemented to the scientific specifics.

Development of the noticing

In addition, the student teachers focused on the teacher and their personality at the beginning. At the end, they focused on the students and the diversity of the class, e.g. by creating student-centred lessons, letting the students participate using different senses and scaffolding the learning. These results are also evident in other studies (Gibson & Ross, 2016; Sun & van Es, 2015). The internship in particular seems to have an influence on this. While in the university phase students focus on the teacher's teaching, in the practice phase they notice that there are also students in the classroom and take them into their view. These results are also reflected in Star and Strickland (2008), for example.

Science research methods are a substantial part of science education at secondary level (OECD, 2019). This is confirmed by the fact that in pre, the student teachers of secondary education noticed a considerably higher share of the aspects concerning the inclusive design of science research methods than the student teachers of primary education. This distribution levelled out after the seminar in the first semester for the two school levels and was comparatively high. The fact that the code shares of the inclusively designed research methods (cat. 13) and inquiry-based learning (cat. 7) increased after the seminar indicates an effect of the seminar on the students' noticing. Whereby even though the focus of the seminar was on inquiry-based learning in inclusive settings (Brauns et al., 2020), scientific research methods were repeatedly

addressed as a common part of inquiry-based learning (Abels, 2014; Bybee et al., 2006) and were also practically applied in practice. In addition, the general pedagogical statements of the student teachers decreased after the seminar (cf. Hoth et al., 2018). In addition, the student teachers increasingly used more technical terms and described technical concepts appropriately. That student teachers were able to further develop their professional noticing through practice opportunities in the seminar is also evident in other studies (Blomberg et al., 2014; Star & Strickland, 2008; Stürmer et al., 2013).

Similarities and differences of the school levels

The individual developments of the student teachers' noticing were very different; therefore, not the individual competencies of the student teachers were compared, but the school levels and thus patterns identified. Similar findings are presented by Hoth et al. (2018, p. 42), “teachers noticed very different things in the same (3-minutes!) video while referring to the same question”. When the individual results were summarised within the school levels, no considerable differences could be found between the primary and secondary student teachers in the qualitative results. Nevertheless, concerning the quantitative results, it is striking that, in contrast to the student teachers of primary education, the general pedagogy code shares of the secondary education student teachers were significantly higher. Due to the subject-specific nature of science education at the secondary level (Hodson, 2014; Yacoubian, 2018), one would rather expect the relation to science education here than with the primary education teachers.

Development of the Framework

The descriptive statistics showed that the stimuli set in the video vignette had an effect on the expressions of the code shares. Thus, only the coded categories of the Framework for Inclusive Science Education could be validated. With this finding that

the second validation step of the Framework is dependent on the set stimuli, further classroom videos are needed to conduct VSRef for the validation of the Framework, mapping in their stimuli the categories of the Framework that have not been coded yet. Another possibility – and this is how the Framework will be verified in the third validation step – is to directly analyse different teaching videos of inclusive science education. In order to make the validation as comprehensive as possible, the different categories of the Framework should be displayed in them.

Overall, the application of the Framework to the VSRef, in contrast to the analysis of the video vignette itself, shows that the extensive number of categories in the Framework (n=999) makes the analysis more difficult and demanding in terms of time. While in the video analysis all subcodes of a suitable main category were gone through and coded for each scene, the student teachers in the VSRef were sometimes erratic and usually mentioned one or two aspects of different main categories in one sense section. Therefore, at least one very specific subcode always had to be found for each sense section in the appropriate main category. The procedure of finding very specific subcodes in the Framework requires the coder to be very familiar with the Framework. For this reason, the argumentative validation was suitable.

Implications

Inclusive science education has been identified as relevant (Scruggs et al., 2008) and teachers should be given the opportunity to teach science education in an inclusive way, to develop teaching experiences and well-being in this field (Mumba et al., 2015). To enable student teachers to develop inclusive science competencies, video-based tools are appropriate because of their effectiveness in the development of professional vision (Blomberg et al., 2014). With the help of the Framework for Inclusive Science Education, student teachers can be provided with scaffolding, which is important for

them to focus on inclusive science education (Roth et al., 2017). In order to practice professional noticing, selected categories of the Framework can be used first, before student teachers use the complete Framework. The Framework can be used for reflections on other teachers' lessons as well as on the student teachers' own teaching. Student teachers can use the Framework not only to analyse lessons, but also to plan lessons, as they do now in the further cohorts of our Nawi-In project during the practical phase. The Framework for Inclusive Science Education can advance the implementation and research of inclusive science education.

Limitations

It is not possible to determine with the Framework whether a science education lesson has actually been designed inclusively. That is still a normative decision. Inclusive science education describes creating at least those inclusive approaches to the scientific characteristics that enable all students to develop scientific literacy. While the science-specific inclusive approaches can be identified with the Framework, the decisions about the quality and the notion of participation are the limitations of the Framework and up to the researchers. In order to verify whether exactly those inclusive approaches that students need to participate have been enabled, further (diagnostic) information is needed (Brauns & Abels, 2020, accepted, 2021). By setting normative requirements, these limitations can initially be overcome. In this respect, the normative requirement for inclusive science education can be based, for example, on the guidelines of UDL (Universal Design for Learning), according to which, among others, multiple representations should be offered (CAST, 2018). In relation to the Framework for Inclusive Science Education, this means that, as far as possible, multiple subcodes of a science specific should be implemented in the lessons.

Acknowledgements will follow

Funding details will follow

Creating inclusive science learning environments	Adapting security for inclusive education	(Developing inclusive) diagnostics for scientific specifics	Teaching scientific concepts inclusively	Creating inclusive scientific contexts
Teaching the understanding of nature of science inclusively	THE FRAMEWORK FOR INCLUSIVE SCIENCE EDUCATION			Enabling the development of scientific terminology inclusively
Creating inclusive data evaluation and result presentation				Creating inclusive inquiry-based learning
Developing students' science conceptions inclusively				Teaching scientific phenomena inclusively
Creating inclusive application of scientific research methods	Creating inclusive scientific documentation	Developing inclusive scientific information media	Creating inclusive generation of hypotheses and research questions	Teaching scientific models inclusively

Figure 1. The Framework for Inclusive Science Education (scientific specific in green, inclusive implementation in red) (Brauns & Abels, 2020, p. 21).

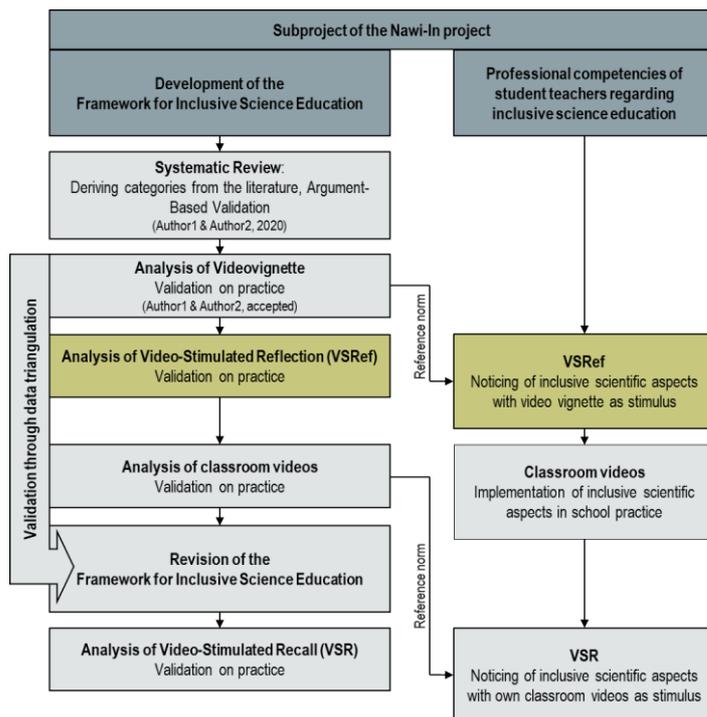


Figure 2. Multi-stage validation process of the Framework for Inclusive Science Education (adapted after Brauns & Abels, accepted, 2021).

"[...] that the assumptions [hypotheses] are not tum all together on the blackboard, but tum in their groups (.) set up ähm I thought it was good that this was explained at the front ähm first (...) ähm I think the teacher has chosen so that no uhm difficulties arise if you just hand in the sheet [protocol] and she would then have to go to each group and explain individually, but (.) together äh in plenary (...) uhm (...) yes, exactly [...]"
 (HA51H_re, pos. 10)

Supporting the generation of scientific hypotheses in groups
 Supporting the generation of scientific hypotheses in plenary

Supporting learning with scientific information media in groups
 Supporting learning with scientific information media in plenary

Figure 3. Coding example (scientific specific in green, inclusive implementation in red).

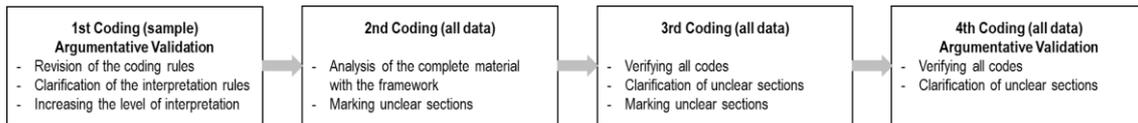


Figure 4. Procedure of the analysis.

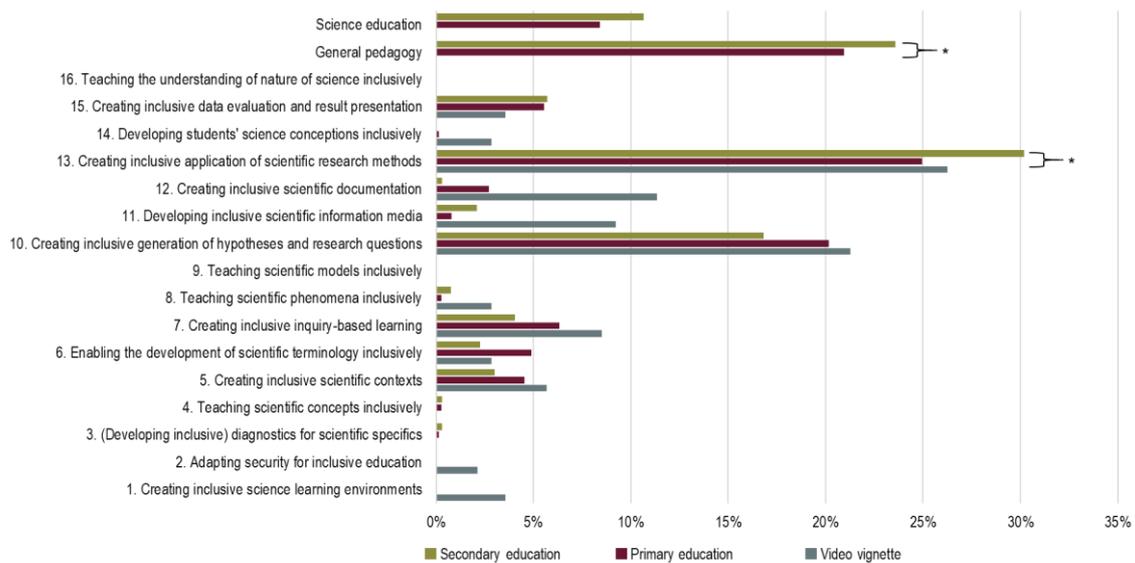


Figure 5. Distribution of the coded main categories. Significant differences are marked with asterisks ($p < .05$).

References

- AAAS. (1989). *Science for All Americans*. Oxford University Press.
- <http://www.project2061.org/publications/sfaa/online/sfaatoc.htm>
- Abels, S. (2014). Inquiry-Based Science Education and Special Needs – Teachers’ Reflections on an Inclusive Setting. *Sisyphus - Journal of Education*, 2(2), 125–154.
- <https://doi.org/10.25749/sis.4069>
- Abels, S. (2019). Science Teacher Professional Development for Inclusive Practice. *IJPCE*, 11(1), 19–29.
- Berliner, D. C. (2001). Learning about and learning from expert teachers. *International Journal of Educational Research*, 35(5), 463–482. [https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(02\)00004-6](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(02)00004-6)
- Blanchard, M. R., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A., & Granger, E. M. (2010). Is Inquiry Possible in Light of Accountability? A Quantitative Comparison of the Relative Effectiveness of Guided Inquiry and Verification Laboratory Instruction. *Science Education*, 94(4), 577–616.
- <https://doi.org/10.1002/sce.20390>
- Blomberg, G., Sherin, M. G., Renkl, A., Glogger, I., & Seidel, T. (2014). Understanding video as a tool for teacher education: investigating instructional strategies to promote reflection. *Instructional Science*, 42(3), 443–463. <https://doi.org/10.1007/s11251-013-9281-6>
- Booth, T., Ainscow, M., & Kingston, D. (2006). *Index for Inclusion: Developing Play, Learning and Participation in Early Years and Childcare*. Centre for Studies on Inclusive Education.

- Brauns, S., & Abels, S. (2020). The Framework for Inclusive Science Education. *Inclusive Science Education, Working Paper, 1/2020*, 1–145.
www.leuphana.de/inclusive-science-education
- Brauns, S., & Abels, S. (accepted, 2021). Videoanalyse mit dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU). *Progress in Science Education*.
- Brauns, S., Egger, D., & Abels, S. (2020). Forschendes Lernen auf Hochschul- und Unterrichtsebene beforschen. *Transfer Forschung ↔ Schule*, 6, 201–211.
- Bybee, R. W., Taylor, J., Gardner, A., van Scotter, P., Carlson Powell, J., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications*. BSCS.
- CAST. (2018). *Universal Design for Learning Guidelines version 2.2*.
<http://udlguidelines.cast.org>
- Chan, K. K. H., Xu, L., Cooper, R., Berry, A., & van Driel, J. H. (2020). Teacher noticing in science education: do you see what I see? *Studies in Science Education*, 6(1), 1–44. <https://doi.org/10.1080/03057267.2020.1755803>
- Consuegra, E., Engels, N., & Willegems, V. (2016). Using video-stimulated recall to investigate teacher awareness of explicit and implicit gendered thoughts on classroom interactions. *Teachers and Teaching*, 22(6), 683–699.
<https://doi.org/10.1080/13540602.2016.1158958>
- Cutrim Schmid, E. (2011). Video-stimulated reflection as a professional development tool in interactive whiteboard research. *ReCALL*, 23(3), 252–270.
<https://doi.org/10.1017/S0958344011000176>

- DFG. (2019). *Guidelines for Safeguarding Good Research Practice: Code of Conduct*.
Deutsche Forschungsgemeinschaft (German Science Foundation).
<https://doi.org/10.1002/9783527679188.oth1>
- Gibson, S. A., & Ross, P. (2016). Teachers' Professional Noticing. *Theory into Practice*,
55(3), 180–188. <https://doi.org/10.1080/00405841.2016.1173996>
- Grow, J., Günther, F., & Weber, B. (2019). Videovignetten als Reflexionstool. In S.
Kauffeld & J. Othmer (Eds.), *Handbuch Innovative Lehre* (pp. 427–440). Springer.
- 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.
- Hoth, J., Kaiser, G., Döhrmann, M., König, J., & Blömeke, S. (2018). A Situated
Approach to Assess Teachers' Professional Competencies Using Classroom Video.
In O. Buchbinder & S. Kuntze (Eds.), *Mathematics Teachers Engaging with
Representations of Practice* (pp. 23–46). Springer International Publishing.
- Hwang, J., & Taylor, J. C. (2016). Stemming on STEM: A STEM Education
Framework for Students with Disabilities. *Journal of Science Education for Students
with Disabilities*, 19(1), 39–49.
- Kim, J., Florian, L., & Pantić, N. (2020). The development of inclusive practice under a
policy of integration. *International Journal of Inclusive Education*, 15(2002), 1–16.
<https://doi.org/10.1080/13603116.2020.1773946>
- Levrini, O., Tasquier, G., Branchetti, L., & Barelli, E. (2019). Developing future-
scaffolding skills through science education. *International Journal of Science
Education*, 41(18), 2647–2674. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1693080>
- Mayring, P. (2014). *Qualitative Content Analysis. Theoretical Foundation, Basic
Procedures and Software Solution*. Beltz.

- Meschede, N., Fiebranz, A., Möller, K., & Steffensky, M. (2017). Teachers' professional vision, pedagogical content knowledge and beliefs: On its relation and differences between pre-service and in-service teachers. *Teaching and Teacher Education, 66*(9), 158–170. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.04.010>
- Moyles, J., Adams, S., & Musgrove, A. (2002). Using Reflective Dialogues as a Tool for Engaging with Challenges of Defining Effective Pedagogy. *Early Child Development and Care, 172*(5), 463–478. <https://doi.org/10.1080/03004430214551>
- Mumba, F., Banda, A., & Chabalengula, V. M. (2015). Chemistry Teachers' Perceived Benefits and Challenges of Inquiry-Based Instruction in Inclusive Chemistry Classrooms. *Science Education International, 26*(1), 180–194.
- OECD. (2019). *PISA 2018 assessment and analytical framework. PISA*. OECD Publishing.
- Ollesch, J., Dörfler, T., & Vogel, M. (2018). Die inhaltliche Validierung von Unterrichtsvignetten durch eine mehrstufige Expertenbefragung. In J. Rutsch, M. Rehm, M. Vogel, M. Seidenfuß, & T. Dörfler (Eds.), *Effektive Kompetenzdiagnose in der Lehrerbildung* (pp. 129–152). Springer.
- Powell, E. (2005). Conceptualising and facilitating active learning: teachers' video-stimulated reflective dialogues. *Reflective Practice, 6*(3), 407–418. <https://doi.org/10.1080/14623940500220202>
- Roth, K. J., Bintz, J., Wickler, N. I. Z., Hvidsten, C., Taylor, J., Beardsley, P. M., Caine, A., & Wilson, C. D. (2017). Design principles for effective video-based professional development. *International Journal of STEM Education, 4*(1), 1–24. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0091-2>
- Scruggs, T. E., Mastropieri, M. A., & Okolo, C. M. (2008). Science and Social Studies for Students with Disabilities. *Focus on Exceptional Children, 41*(2), 1–24.

- Seidel, T., Stürmer, K., Blomberg, G., Kobarg, M., & Schwindt, K. (2011). Teacher learning from analysis of videotaped classroom situations: Does it make a difference whether teachers observe their own teaching or that of others? *Teaching and Teacher Education*, 27(2), 259–267. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.08.009>
- Sherin, M. G. (2007). The development of teachers' professional vision in video clubs. In R. Goldman, R. Pea, B. Barron, & S. J. Derry (Eds.), *Video research in the learning sciences* (pp. 383–395). Erlbaum.
- Smith, K. V., Loughran, J., Berry, A., & Dimitrakopoulos, C. (2012). Developing Scientific Literacy in a Primary School. *International Journal of Science Education*, 34(1), 127–152. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.565088>
- Soukakou, E. P. (2016). *Inclusive Classroom Profile (ICP)* (Research edition). Brookes Publishing.
- Southerland, S. A., Gallard, A., & Callihan, L. (2011). Examining Teachers' Hurdles to 'Science for All'. *International Journal of Science Education*, 33(16), 2183–2213. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.530698>
- Star, J. R., & Strickland, S. K. (2008). Learning to observe: using video to improve preservice mathematics teachers' ability to notice. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11(2), 107–125. <https://doi.org/10.1007/s10857-007-9063-7>
- Stinken-Rösner, L., Rott, L., Hundertmark, S., Baumann, T., Menthe, J., Hoffmann, T., Nehring, A., & Abels, S. (2020). Thinking Inclusive Science Education from two Perspectives: inclusive Pedagogy and Science Education. *RISTAL*(3), 30–45.
- Stürmer, K., Seidel, T., & Schäfer, S. (2013). Changes in professional vision in the context of practice. *Gruppendynamik Und Organisationsberatung*, 44(3), 339–355. <https://doi.org/10.1007/s11612-013-0216-0>

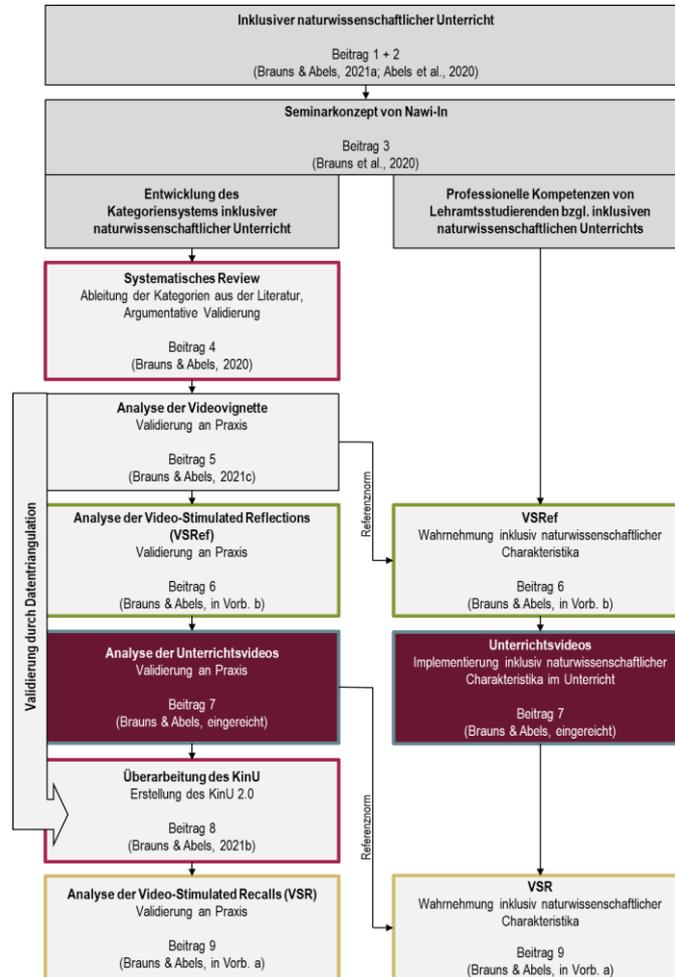
- Sun, J., & van Es, E. A. (2015). An Exploratory Study of the Influence That Analyzing Teaching Has on Preservice Teachers' Classroom Practice. *Journal of Teacher Education*, 66(3), 201–214. <https://doi.org/10.1177/0022487115574103>
- Teke, D., & Sozbilir, M. (2019). Teaching Energy in Living Systems to a Blind Student in an Inclusive Classroom Environment. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(4), 890-901 (12 Seiten). <https://doi.org/10.1039/c9rp00002j>
- Tripp, T. R., & Rich, P. J. (2012). The influence of video analysis on the process of teacher change. *Teaching and Teacher Education*, 28(5), 728–739. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2012.01.011>
- Walkowiak, M., Rott, L., Abels, S., & Nehring, A. (2018). Network and work for inclusive science education. In I. Eilks, S. Markic, & B. Ralle (Eds.), *Building bridges across disciplines* (pp. 269–274). Shaker.
- Yacoubian, H. A. (2018). Scientific literacy for democratic decision-making. *International Journal of Science Education*, 40(3), 308–327. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1420266>

8466 words

Beitrag 7

Angehende Lehrpersonen der Primar- und Sekundarstufe gestalten inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht – eine Videostudie mit dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU)

Sarah Brauns und Simone Abels



Brauns, S. & Abels, S. (eingereicht). Angehende Lehrpersonen der Primar- und Sekundarstufe gestalten inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht – eine Videostudie mit dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU). In G. Wilm, R. Kloßmann, S. Böse, M. Fabel-Lamla & C. Meyer-Jain (Hrsg.), *Videographische Forschung zu inklusivem Unterricht. Erziehungswissenschaftliche und fachdidaktische Perspektiven*. Klinkhardt.

Beiträge der Autor*innen.

Konzeptualisierung	SB, SA	Methodik	SB, SA	Software	SB, LH	Validierung	SB, LH
Analyse	SB, LH	Untersuchung	SB, LH	Ressourcen	SA	Originalentwurf	SB, SA
Überarbeitung	SB, SA	Beitragsleistung	SB	Projektleitung	SA	Finanzierung	SA

Angehende Lehrpersonen der Primar- und Sekundarstufe gestalten inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht – eine Videostudie mit dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU)

Sarah Brauns & Simone Abels

Im Sinne inklusiver Bildung sollen Lehrkräfte allen Schüler*innen die notwendigen Zugänge ermöglichen, damit diese am Unterricht partizipieren und ihre Potentiale weiterentwickeln können. Im Fachunterricht sind Barrieren des fachlichen Lernens in den Blick zu bekommen und zu minimieren sowie inklusive Zugänge adaptiv zu gestalten. Die Barrieren liegen in der Sache, nicht im Subjekt. Welche inklusiven Zugänge zum naturwissenschaftlichen Unterricht angehende Lehrpersonen implementieren, wurde im BMBF-Projekt Nawi-In beforscht. Dafür wurden Lehramtsstudierende während der Praxisphase im Master, in der sie inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht selbst durchgeführt und videografiert haben, begleitet. Die erste videografierte Unterrichtsstunde der Studierenden wurde jeweils reflektiert und Handlungsalternativen wurden generiert, die in die Umsetzung der zweiten videografierten Unterrichtsstunde eingeflossen sind. Alle Unterrichtsvideos wurden mittels qualitativer Inhaltsanalyse mit dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU) ausgewertet. Am häufigsten haben die Studierenden inklusive Zugänge zur Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden gestaltet. Generell haben die Studierenden den Schüler*innen unterschiedliche Zugänge ermöglicht (z.B. materialgeleitete, handlungsbasierte Zugänge in unterschiedlichen Offenheitsgraden). Allerdings wurden den Schüler*innen nur wenige verschiedene Optionen geboten (z.B. nur ein bestimmter Offenheitsgrad, anstatt Experimente offen, geleitet und geschlossen zu ermöglichen). Eine Öffnung des Unterrichts, die teilweise im zweiten Video zu erkennen war, führte zu einer größeren Vielfalt an Zugängen.

1 Einleitung

Die Umsetzung von Inklusion und damit allen Schüler*innen die Partizipation am Unterricht zu ermöglichen (Black-Hawkins 2010, 28), ist eine internationale Verpflichtung (van Mieghem u.a. 2020, 675). Voraussetzung von Partizipation ist, dass die Diversität anerkannt und Barrieren minimiert werden (Stinken-Rösner u.a. 2020, 32ff.). Partizipation selbst kann dadurch erreicht werden, dass Lehrpersonen den Schüler*innen unterschiedliche Zugänge zum Fachunterricht ermöglichen (vgl. Adamina & Möller 2013). Entscheidend ist, das Charakteristische des jeweiligen Faches (z.B. Fachinhalte, fachspezifische Arbeitsweisen usw.) auf seine Barrieren hin zu analysieren, um Zugänge zum fachlichen Lernen gestalten zu können.

Welche inklusiven Zugänge Lehrpersonen zur Vermittlung naturwissenschaftlicher Inhalte und Kompetenzen im Unterricht implementieren können, wird im Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU) systematisiert (Brauns & Abels 2021a, 20f.). Das KinU wurde in dem vom BMBF geförderten Projekt ‚Naturwissenschaftlichen Unterricht inklusiv gestalten‘ (Nawi-In) entwickelt. Es dient zunächst (angehenden) Lehrpersonen zur Planung und Reflexion ihres inklusiven Fachunterrichts. In Seminaren wird ihnen die Möglichkeit gegeben, ihre professionellen Kompetenzen bzgl. inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts (inU) zu entwickeln. So kommen wir der Forderung nach, eine professionelle Kompetenzentwicklung für ein inklusionsdidaktisches Handeln zu befördern (Simon & Moser 2019, 225). Zudem wird das KinU als Analyseinstrument zur Beforschung inU eingesetzt (Brauns & Abels 2021b, 74f.).

Im Nawi-In Projekt gingen wir unter anderem der Frage nach, welche inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika im Unterricht Lehramtsstudierender wahrnehmbar sind, um

ihre professionellen Kompetenzen im Rahmen inklusionspädagogischen Handelns verknüpft mit naturwissenschaftsdidaktischem Handeln festzustellen. Dafür wurden die Unterrichtsvideos, die die Studierenden während der Praxisphase in der Schule, einem halbjährigen Praktikum, aufgenommen haben, mit dem KinU sowohl qualitativ als auch quantitativ analysiert.

2 Inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht

Bei der Vermittlung und Beforschung inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts gehen wir von einem weiten Inklusionsverständnis aus (Florian & Spratt 2013, 124). Ziel dabei ist, die Barrieren im naturwissenschaftlichen Unterricht zu analysieren und Zugänge zum naturwissenschaftlichen Lernen für alle mit ihren individuellen Potentialen und Bedarfen zu ermöglichen (Abels & Witten, in Vorb.).

Ferreira González u.a. (2021, 195) führen in einem Unterstützungsraster Leitfragen auf, um naturwissenschaftliche Kontexte, Inhalte usw. in Hinblick auf die Potentiale von Diversität, mögliche Barrieren und umsetzbare Zugänge mit dem Ziel der Partizipation zu überprüfen. Mögliche Barrieren im naturwissenschaftlichen Unterricht können zum Beispiel von der Fachsprache, den Alltagsvorstellungen und naturwissenschaftlichen Konzepten, die nicht beobachtbar oder direkt erfahrbar sind, sowie Experimenten ausgehen (vgl. Schlüter 2018). Gleichzeitig können diese Charakteristika inU auch Potentiale für den inklusiven Unterricht darstellen (Menthe & Hoffmann 2015, 133 ff.). Schüler*innen können z.B. unterschiedliche Experimente durchführen, um das gleiche Phänomen zu untersuchen. Experimente können in verschiedenen Sozialformen mit unterschiedlichen Unterstützungsangeboten durchgeführt werden. Dabei können die Schüler*innen mehr oder weniger stark gleitet experimentieren und die Phänomene können auf unterschiedlichen Abstraktionsebenen betrachtet werden.

Ebenfalls eignet sich der Ansatz des Forschenden Lernens für die Umsetzung inklusiven Naturwissenschaftsunterrichts (vgl. Abels u.a. 2020), da Barrieren abgebaut werden können und das Interesse der Schüler*innen am naturwissenschaftlichen Lernen gesteigert werden kann (Riegle-Crumb u.a. 2019, 2). Ein besonderer Vorteil des Forschenden Lernens besteht darin, dass der Grad der Offenheit durch verschiedene Level variiert werden kann (Abels u.a. 2020, 4). Dies ermöglicht es der Lehrperson, verschiedenen Schüler*innen(gruppen) verschiedene Angebote gleichzeitig zu machen (Brauns & Abels 2021a, 20f.).

2.1 Das Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU)

Um die Zugänge zum inU systematisch abbilden zu können, wurde im Nawi-In Projekt das Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU) entwickelt und durch die Anwendung auf unterschiedliche qualitative Daten validiert (Brauns & Abels 2020, 6; 2021a, 5)¹. Das KinU 1.0 besteht aus vier Ebenen, auf der Hauptkategorieebene aus insgesamt sechzehn Charakteristika des naturwissenschaftlichen Unterrichts (z.B. naturwissenschaftliche Konzepte, Fachsprache, naturwissenschaftliche Untersuchungsmethoden), die inklusiv zu gestalten sind (Abb. 1).

¹ Sowohl das KinU 1.0 als auch das KinU 2.0 sind open access verfügbar auf www.leuphana.de/inclusive-science-education. Das KinU 2.0 stellt die aktuelle, überarbeitete Fassung mit nur noch 15 Hauptkategorien dar.

1. Naturw. Lernorte inklusiv gestalten	2. Sicherheit für den inklusiven Unterricht adaptieren	3. Diagnostizieren naturw. Spezifika (inklusive gestalten)	4. Naturw. Konzepte inklusiv vermitteln	5. Naturw. Kontexte inklusiv gestalten
16. Verstehen von Nature of Science inklusiv vermitteln	Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht KinU 1.0			6. Entwicklung von naturw. Fachsprache inklusiv vermitteln
15. Naturw. Datenauswertung und Ergebnisdarstellung inklusiv gestalten				7. Forschendes Lernen inklusiv gestalten
14. Entwicklung von naturw. Schüler*innenvorstellungen inklusiv ermöglichen				8. Naturw. Phänomene inklusiv vermitteln
13. Anwendung naturw. Untersuchungsmethoden inklusiv gestalten	12. Naturw. Dokumentieren inklusiv gestalten	11. Naturw. Informationsmedien inklusiv gestalten	10. Aufstellen von Hypothesen und naturw. Fragestellungen inklusiv gestalten	9. Naturw. Modelle inklusiv vermitteln

Abb. 1 Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht 1.0 (Brauns & Abels 2020, 21)

Während auf der Ebene der Hauptkategorien die Darstellung der inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika zusammengefasst und abstrakt dargestellt ist, werden die Zugänge auf jeder weiteren Ebene des KinU (Subkategorien, Codes, Subcodes) zunehmend konkreter (Tab. 1) (Brauns & Abels 2020, 13; 2021a, 20f.). Zur Gestaltung der Charakteristika inU können durchaus allgemeindidaktische Aspekte herangezogen werden. Zum Beispiel kann die Entwicklung naturwissenschaftlicher Konzepte kommunikativ unterstützt werden (Subkategorien-Ebene), indem die Schüler*innen die Konzepte in Partner*innenarbeit gemeinsam mit gegenseitiger Unterstützung entwickeln (Code-Ebene). Es gibt aber auch naturwissenschaftsspezifische Zugänge, wie z.B. bei der modellbasierten Entwicklung naturwissenschaftlicher Konzepte (Code-Ebene), indem Teilchenmodelle als Zugang zum Verstehen des Konzepts eingesetzt werden (Subcode-Ebene).

Tab. 1 Auszug aus dem KinU 2.0 (Brauns & Abels 2021a, Exceltabelle)

Hauptkategorie	Subkategorie	Code	Subcode
5. Entwicklung von naturw. Fachsprache inklusiv vermitteln	5.5 Entwicklung von naturw. Fachsprache sprachlich unterstützen	5.5.1 Entwicklung von naturw. Fachsprache multilingual ermöglichen ...	5.5.1.1 ... durch das Übersetzen von Fachbegriffen in möglichst viele Sprachen
		...	5.5.1.2 ... durch die Verwendung von bilingualen Wörterbüchern

Insgesamt wird das KinU zur Gestaltung, Reflexion und Beforschung inU eingesetzt. (Angehende) Lehrpersonen können mithilfe der Kategorien des KinU Zugänge zum naturwissenschaftlichen Unterricht gezielt umsetzen. Sie können ebenso ihren sowie fremden Unterricht in Bezug auf die Charakteristika inU reflektieren. Sowohl die videografierte Umsetzung als auch audiografierte Reflexionen von (angehenden) Lehrpersonen können dahingehend analysiert werden, welche Charakteristika inU sie umgesetzt bzw. wahrgenommen haben.

2.2 Professionalisierung angehender Lehrpersonen für inklusiven Unterricht

Dass die Charakteristika inU implementiert werden, ist u.a. abhängig von den Lehrpersonen und bedingt einen Prozess der Entwicklung professioneller Kompetenzen (van Mieghem u.a. 2020, 681). Lehrpersonen werden aber noch nicht ausreichend auf inklusiven (Fach-)Unterricht vorbereitet (Ryan u.a. 2020, 194), obwohl sie grundsätzlich motiviert sind, sich mit inklusiven Inhalten zu beschäftigen (Görel 2019, 142). Es besteht nach wie vor die Forderung, Qualifizierungs- und Weiterbildungsprogramme für (angehende) Lehrkräfte zu etablieren, die gezielt auf die Bedürfnisse dieser eingehen, damit sie ihre Unterrichtspraxis in Hinblick auf inklusive Anforderungen reflektieren und ihr Handlungsrepertoire erweitern können (van Mieghem u.a. 2020, 684ff.).

Damit Lehrpersonen naturwissenschaftlichen Unterricht inklusiv gestalten können, ist unter anderem von Bedeutung zu wissen, mit welchen Mitteln Barrieren des naturwissenschaftlichen Lernens reduziert werden können und wie durch verschiedene Zugänge, Kooperation und Binnendifferenzierung gemeinsames Lernen am naturwissenschaftlichen Lerngegenstand möglich ist (vgl. Nehring & Bohlmann 2016). Für die Umsetzung inU findet eine Vernetzung des theoretischen und praktischen Wissens statt (Sonnleitner u.a. 2018, 270f.). Damit angehende Lehrpersonen die professionelle Kompetenz, die Charakteristika inU gezielt in die Praxis zu implementieren, entwickeln können, ist eine darauf abgestimmte Lehrkräftebildung notwendig (vgl. Egger u.a. 2020).

Ein geeigneter Ort sind die Praxisphasen im Masterstudium, die meist über ein ganzes Semester verlaufen und in der universitären Lehrkräftebildung implementiert sind. Zahlreiche Studien belegen positive Effekte der professionellen Kompetenzentwicklung während der Praxisphase (vgl. König u.a. 2020). Veber (2017, 109ff.) hat die adaptive Lehrkompetenz Lehramtsstudierender während der Praxisphase im Umgang mit Diversität untersucht. Er zeigt, dass die Studierenden ihre pädagogische Haltung besonders auf Chancen der Umsetzung inklusiven Unterrichts gerichtet haben und diese Haltung die Voraussetzung dafür ist, eine adaptive Lehrkompetenz entwickeln zu können. Die adaptive Lehrkompetenz beschreibt Veber (2017, 111) als das Wechselspiel aus fachlicher, diagnostischer, didaktischer und kommunikativer Kompetenz.

Nicht nur die Praxisphase an sich, sondern auch Unterrichtsreflexionen videografierten Unterrichts werden zur Entwicklung professioneller Kompetenzen eingesetzt. Zunächst lernen die Lehrpersonen sich auf bestimmte Aspekte des Unterrichts zu fokussieren, diese wahrzunehmen, zu interpretieren und Handlungsalternativen zu generieren (van Es & Sherin 2002, 573; Seidel u.a. 2011, 260f.). Dabei ist es möglich, beispielsweise im Sinne der Aktionsforschung (vgl. Laudonia u.a. 2018), Reflexion und Unterrichtspraxis noch enger miteinander zu verknüpfen. Dabei finden Kreisläufe aus Unterrichtsplanung, Umsetzung, Reflexion, Überarbeitung und erneuter Umsetzung usw. statt (Korthagen 2010, 415). Durch die theoriegeleitete Entwicklung der Wahrnehmung sowie Verschränkung mit reflektierter Praxis können Lehrpersonen während der Praxisphase ihre Unterrichtspraxis verbessern (Consuegra u.a. 2016, 693).

3 Material und Methoden

Im Nawi-In Projekt fokussierten wir die professionellen Kompetenzen von angehenden Lehrpersonen bzgl. der Gestaltung inU. Um Rückschlüsse auf die professionellen Kompetenzen ziehen zu können, wurde mittels Videografie die Performanz der angehenden Lehrpersonen analysiert. Dabei gingen wir folgender Frage nach: Welche inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika setzen angehende Lehrpersonen in ihrem Unterricht um? Zudem wurde analysiert, wie sich ihre professionellen Kompetenzen während der Praxisphase entwickelten sowie welche Unterschiede und Gemeinsamkeiten sich schulstufenspezifisch ergaben.

3.1 Ethische Richtlinien

Besonders bei der Videoanalyse von Unterricht ist zu beachten, dass nicht alle (angehenden) Lehrpersonen bereit sind, ihren Unterricht zu öffnen. Die ethische Unbedenklichkeit der Analyse der Unterrichtsvideos im Nawi-In Projekt wurde von der Ethikkommission der Leuphana Universität Lüneburg, die nach den „Leitlinien zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis“ der DFG (2019) handelt, bestätigt. Zudem wurde die Forschung an den Schulen vom Regionalen Landesamt für Schule und Bildung genehmigt. Sowohl die jeweiligen Schulleitungen, Lehrpersonen, Studierenden, Erziehungsberechtigten als auch die Schüler*innen wurden umfassend über ihre Rechte nach Art. 6 Abs. 1 S. 1 Buchstabe a Datenschutzgrundverordnung (DSGVO) aufgeklärt und haben freiwillig ihre Teilnahme am Nawi-In Projekt erklärt. Alle Daten werden hier anonymisiert dargestellt.

3.2 Forschungsfeld und Datenerhebung

Im Projekt Nawi-In wurden Masterstudierende des Lehramts mit dem Fach Sachunterricht oder Biologie bzw. Chemie begleitet. Die Studierenden der Primar- und Sekundarstufe haben jeweils ein Projektbandseminar zum inU besucht mit der Aufgabe ihre eigene Kompetenzentwicklung bzgl. inU zu beforschen. Dieses Projektbandseminar gestaltete sich über drei Semester rund um die Praxisphase (Brauns u.a. 2020, 208). Während der Praxisphase haben die Lehramtsstudierenden Naturwissenschaftsunterricht, den sie inklusiv gestalten sollten, zweimal durchgeführt und sich dabei videografiert. Aufgrund von technischen Ressourcen wurden die Studierenden mit einer Kamera, die permanent auf sie gerichtet wurde, gefilmt. Zudem wurde ein Ansteckmikrofon verwendet und Ton und Bild synchronisiert, um sicherzustellen, dass die Studierenden klar und deutlich auf dem Video zu hören waren.

Zwischen den beiden Unterrichtsaufnahmen haben die Studierenden in einem Reflexionskreislauf auf die Handlungen im ersten Video zurückgeschaut, in Hinblick auf inklusiv naturwissenschaftliche Aspekte beschrieben, diese interpretiert und Handlungsalternativen generiert (Abb. 2) (van Es & Sherin 2002, 573; Korthagen 2010, 415). Sie haben Feedback im Projektbandseminar erhalten und sich darauf aufbauend eine Entwicklungsaufgabe vorgenommen. Auf diese Weise wurde im zweiten Unterrichtsvideo ein dahingehend überarbeiteter Unterricht sichtbar, der von den Studierenden erneut analysiert wurde.

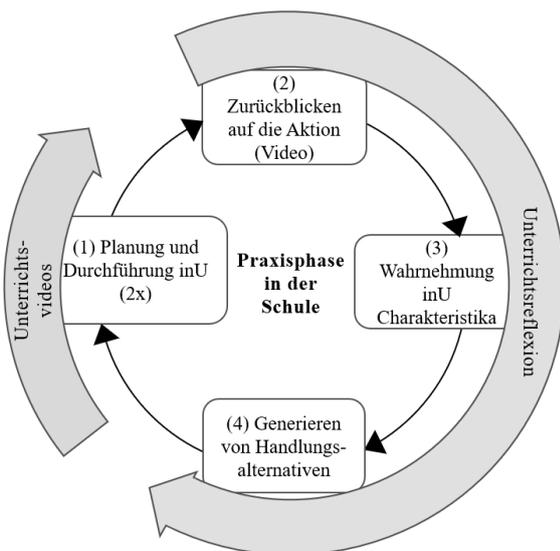


Abb. 2 Reflexionskreislauf im Nawi-In Projekt (verändert nach Brauns u.a. 2020, 208)

Insgesamt wurden aus der ersten von insgesamt drei Kohorten Unterrichtsvideos von n=6 Fällen, die entweder aus einzelnen Studierenden, Tandems oder Tridems bestanden, zur Beforschung im Nawi-In Projekt freigegeben (Tab. 2). Vier Fälle stammen aus der Primarstufe und zwei Fälle aus der

Sekundarstufe. Bei insgesamt drei Fällen wurde sowohl ein erstes, als auch ein zweites Video freigegeben.

Tab. 2. Übersicht über die Stichprobe

Schulstufe	Fall	Video	Inhalt der Unterrichtsstunde
Primarstufe	1.1	#1	Stationsarbeit zur Untersuchung des menschlichen Skeletts
		#2	Experimente zur Lösung des Problems, dass im Kühlen ein Luftballon weniger prall als im Warmen ist
	1.2	#1	Stationsarbeit zur Untersuchung des menschlichen Skeletts
		#2	Experimente, ob sich eine weiße oder eine schwarze Oberfläche in Anlehnung an die Funktion der Haut des Eisbären unter einer Lampe schneller erwärmt
	1.3	#1	Stationsarbeit zum Lotuseffekt
	1.4	#1	Ermittlung des Zuckergehalts in Lebensmitteln
	Sekundarstufe	2.1	#1
#2			Unterschiedliche Experimente zum Thema Pflanzen
2.2		#1	Experimente zum Lösen eines Superabsorbers (Badezusatz)

3.3 Datenauswertung

Zunächst wurden die Unterrichtsvideos der Lehramtsstudierenden mit dem KinU 1.0 (Brauns & Abels 2020, 21) qualitativ inhaltlich analysiert (vgl. Mayring 2015). Die Reichhaltigkeit der audiovisuellen Daten in den Unterrichtsvideos (Tuma u.a. 2013, 31) erlaubte nach der Identifikation des naturwissenschaftlichen Charakteristikums die Analyse bis hin zu den Subcodes des KinU, die die konkreteste Ebene darstellen. Die Unterrichtsvideos (Gesamtdatenvolumen von 540 Minuten) wurden in MAXQDA (Version 20.0.7) mit den Kategorien des KinU kodiert, die teilweise entlang der ersten Unterrichtsvideos induktiv ergänzt werden konnten. Die Unterrichtsvideos wurden immer komplett analysiert. Dabei wurden die Videos eventbasiert kodiert (vgl. Brückmann & Duit 2014), was bedeutet, dass eine Kodiereinheit immer genau so lang war, wie ein bestimmtes, in sich geschlossenes Ereignis der Unterrichtsphase dauerte. Um die Qualitätskriterien qualitativer Forschung (vgl. Göhner & Krell 2020) zu erfüllen, wurden zunächst zwei Fälle parallel von zwei Forschenden analysiert. Danach wurden diese Kodierungen in einem argumentativen Prozess validiert (Lamnek & Krell 2010, 140). Das heißt, dass die Kodierungen gemeinsam diskutiert und überarbeitet wurden sowie danach das Kodiervorgehen final angepasst wurde.

Insgesamt wurden die Kodierungen sowohl quantitativ als auch qualitativ ausgewertet. Bei der quantitativen Auswertung wurden die Kodierungen mittels deskriptiver Statistik analysiert. Dabei wurde die Anzahl der Kodierungen in den einzelnen Hauptkategorien nach der jeweiligen Schulstufe in SPSS (Version 25) übertragen. Zudem wurden mithilfe von SPSS T-Tests durchgeführt, um mögliche signifikante Unterschiede zwischen den Kategorien und den Kompetenzen der Studierenden unterschiedlicher Schulstufen zu identifizieren. Die qualitative Auswertung fand mittels inhaltlicher Strukturierung statt (vgl. Mayring 2015).

4 Ergebnisse

Zunächst werden die Ergebnisse deskriptiv dargestellt, bevor sie anhand der Subkategorien des KinU inhaltlich strukturiert dargestellt werden. Um die Ergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse genauer darstellen zu können, werden beispielhaft und stellvertretend für die anderen Kategorien die Ergebnisse der Kategorie ‚Die Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden inklusiv gestalten‘ (Kat. 13) zusammengefasst dargestellt.

4.1 Codeanteile der implementierten Charakteristika inU aus dem KinU

Insgesamt wurden bei den Videoanalysen $n=792$ Codes aus dem KinU kodiert. Es wurden hauptsächlich Kategorien zur inklusiven Gestaltung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden (Kat. 13) kodiert ($n=159$ für beide Schulstufen zusammen) (Abb. 3). Ähnlich häufig wurden die Kategorien zur inklusiven Gestaltung der Datenauswertung und Ergebnisdarstellung (Kat. 15, $n=146$) und der inklusiven Gestaltung des Aufstellens von Hypothesen und naturwissenschaftlichen Forschungsfragen (Kat. 10, $n=120$) kodiert. Die Kategorie zum Diagnostizieren naturwissenschaftlicher Spezifika (Kat. 3) wurde keinmal kodiert.

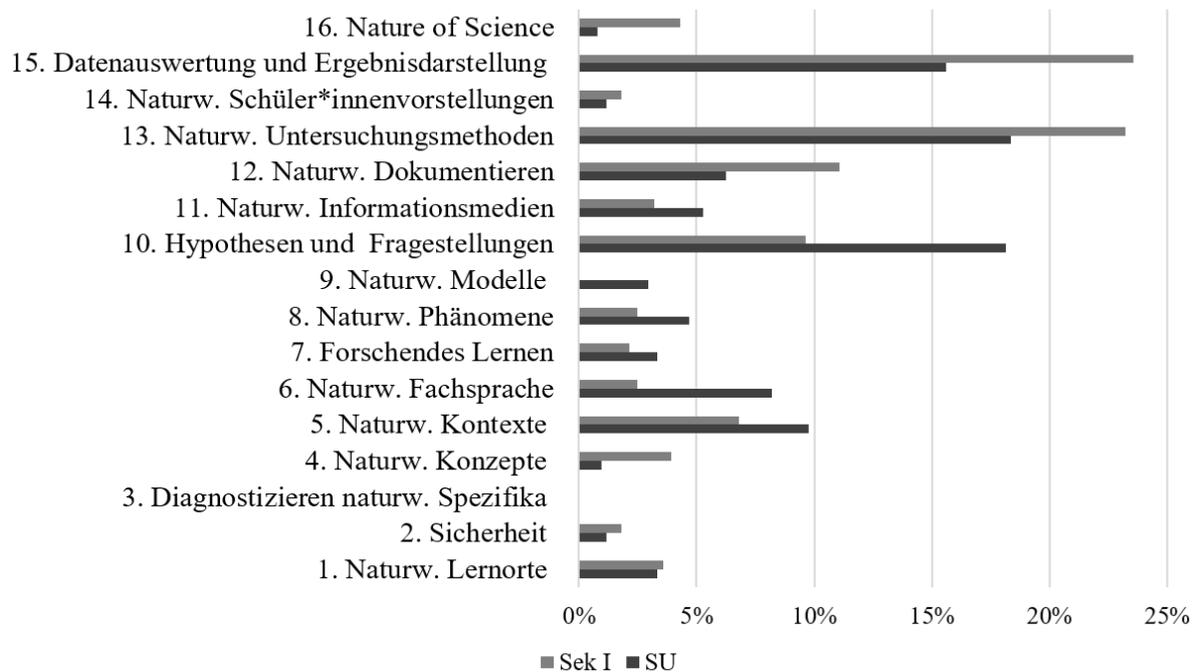


Abb. 3 Verteilung der Codeanteile getrennt nach Primar- und Sekundarstufe. Signifikante Unterschiede sind mit Sternchen gekennzeichnet ($p < .05$).

Um die professionellen Kompetenzen der Studierenden der Primar- und Sekundarstufe vergleichen zu können, wurden die Codeanteile berechnet, da von der Primarstufe mehr Fälle als von der Sekundarstufe vorlagen. Die Ergebnisse der Primar- und Sekundarstufe unterscheiden sich signifikant voneinander in Bezug auf Kat. 10 zum inklusiven Design von Hypothesen und naturwissenschaftlichen Forschungsfragen, wobei in den Videos der Primarstufe durchschnittlich 6,5 (95 %-CI[0,52, 12,45]) mal mehr inklusive naturwissenschaftliche Merkmale kodiert wurden als in den Videos der Sekundarstufe, $t(7)=2,57$, $p<0,05$. Während in anderen Kategorien – naturwissenschaftliche Kontexte (Kat. 5), Fachsprache (Kat. 6), Forschendes Lernen (Kat. 7), Phänomene (Kat. 8) und wissenschaftliche Modelle (Kat. 9) – die Codeanteile der Kategorien in den Videos der Primarstufe ebenfalls höher waren als in den Videos der Sekundarstufe, lag die Verteilung in den Kategorien zu naturwissenschaftlichen Konzepten (Kat. 4), naturwissenschaftlicher

Dokumentation (Kat. 12), naturwissenschaftlichen Forschungsmethoden (Kat. 13), Präsentation von Ergebnissen (Kat. 15) und Nature of Science (Kat. 16) umgekehrt vor.

4.2 Implementierte Charakteristika inU am Beispiel der inklusiven Gestaltung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden (Kat. 13)

Im Sinne der *materialgeleiteten Zugänge zur Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden (Subkat. 13.1)* haben die Lehramtsstudierenden den Schüler*innen verschiedene Materialien aus dem Haushalt auf einem Materialtisch frei zur Verfügung gestellt, damit die Schüler*innen wählen konnten, welche dieser Materialien sie zum Experimentieren verwenden wollen (Fall 2.2 #1). Während die Materialien zum Experimentieren in beiden Schulstufen aus dem Haushalt (z.B. Marmeladengläser, Löffel, ...) oder der Natur (z.B. ein Lotusblatt (Fall 1.3 #1)) stammten, wurden in der Sekundarstufe zusätzlich auch Laborgeräte (z.B. Bechergläser, Mikroskope, ... (Fall 2.1 #2)) verwendet. Dadurch dass die Materialien hauptsächlich aus dem Haushalt gewählt wurden und auch keine gefährlichen Substanzen verwendet wurden, konnten die Lehramtsstudierenden verschiedene Sinne adressieren. In der Unterrichtsstunde zum Lotuseffekt (Fall 1.3 #1, Primar) haben die Schüler*innen beispielsweise zur Untersuchung des Lotusblattes daran gerochen, die besondere Oberfläche mit den Händen gespürt und genau beobachtet. In der Unterrichtsstunde zum Superabsorber (Fall 2.2 #1, Sek I) waren die Schüler*innen überrascht, dass dieser geruchlos war und sich an den Händen weich angefühlt hat.

Weitere materialgeleitete Zugänge zur Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden wurden über Tipp- und Expert*innenkarten ermöglicht. Die Schüler*innen wurden über die Tippkarten stufenweise angeleitet das menschliche Skelett (Fall 1.2 #1) zu untersuchen. Bei dem Experiment zur Ausdehnung von Luft bei Wärme (Fall 1.1 #2) fand eine quantitative Differenzierung dadurch statt, dass schnelle Schüler*innen mit einer Expert*innenkarte weiterführende Aufgaben zum Experiment bekommen haben. Diese Art von Differenzierung wurde von anderen Lehramtsstudierenden so umgesetzt, dass die Schüler*innen sich aussuchen konnten, welche und wie viele Materialien sie untersuchen wollten.

Mithilfe von Stationsarbeit haben die Lehramtsstudierenden *die Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden über handlungsbasierte Zugänge (Subkat. 13.2)* strukturiert. Dabei wurden an den Stationen unterschiedliche Schwerpunkte in der Untersuchung der einzelnen Körperteile des menschlichen Skeletts gelegt (Fall 1.1 #1, Fall 1.2 #1) und bei der Beforschung der Eigenschaften des Lotusblattes unterschiedliche Fragestellungen erforscht (Fall 1.3 #1).

In Bezug auf die *sprachliche Unterstützung zur Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden (Subkat. 13.3)* war zu beobachten, dass Zugänge über sowohl der Alltagssprache als auch der Fachsprache ermöglicht wurden. Vor allem in den Unterrichtsstunden der Primarstufe wurde eher Alltagssprache anstatt Fachsprache verwendet.

Im Sinne der *kognitiven Unterstützung wurde die Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden (Subkat. 13.5)* beispielsweise in verschiedenen Unterrichtsstunden problemorientiert bzw. phänomenbasiert umgesetzt. In der einen Unterrichtsstunde sollten die Schüler*innen das Problem lösen, einen schlaffen Luftballon ohne Zerstören wieder prall zu machen (Fall 1.1 #2). Dahinter lag das Phänomen der Ausdehnung von Gasen bei erhöhter Temperatur. Weitere kognitive Unterstützung fand durch Alltags- bzw. Lebensweltbezüge in Bezug auf die Experimente, die von den Schüler*innen durchgeführt wurden, statt.

Im Sinne der *kommunikativen Unterstützung (Subkat. 13.6)* wurden die Materialien und das experimentelle Vorgehen meist frontal präsentiert. In der Sekundarstufe saßen die Schüler*innen dabei auf ihren Plätzen (Fall 2.1 #1, Fall 2.2 #1), in der Primarstufe saßen die Schüler*innen in allen Unterrichtsstunden in einem Sitzkreis.

Zudem fand eine Unterstützung durch die Arbeit in Gruppen statt. Dabei wurden die Schüler*innen dadurch unterstützt, dass sie – wie in den meisten Unterrichtsstunden – gemeinsam agiert haben oder innerhalb der Gruppe die gleiche Untersuchungsmethode selbst parallel angewendet haben. In drei Unterrichtsstunden der Primarstufe (Fall 1.1 #1, Fall 1.2 #1, #2) wurden zu der Gruppenarbeit verschiedene Gruppenrollen zugeteilt. In einer Unterrichtsstunde der Sekundarstufe (Fall 2.2 #2) wurden die naturwissenschaftlichen Unterrichtsmethoden aber nicht nur in Gruppen, sondern auch in Einzelarbeit durchgeführt. Dabei wurde die Person in Einzelarbeit beim Mikroskopieren eng durch eine zweite Lehrperson begleitet.

In Bezug auf das Anbieten *verschiedener Offenheitsgrade bei der Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden* (Subkat. 13.7) war in allen Unterrichtsstunden der Primarstufe und in einer der Sekundarstufe (Fall 2.2 #1) das methodische Vorgehen von den Lehramtsstudierenden vorab geplant und vorgegeben, auch wenn meistens die Schüler*innen noch einmal selbst die Durchführung formulieren sollten. In der Unterrichtsstunde, in der beispielsweise der Superabsorber untersucht wurde, war klar, dass die Schüler*innen versuchen sollten, das Wasser heraus zu lösen.

Insgesamt zeigen die Videoanalysen, dass die Lehramtsstudierenden auf der Ebene der Subkategorien (2. Ebene des KinU) eine breite Auswahl an unterschiedlichen Zugängen implementiert haben (z.B. materialgeleitete, sprachliche, kognitive, kommunikative Zugänge usw.). Dabei haben die Lehramtsstudierenden den Schüler*innen wenige verschiedene Zugänge zum naturwissenschaftlichen Unterricht geboten. Zum Beispiel wurden alle Schüler*innen in den meisten Unterrichtsstunden bei der Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden geleitet anstatt Experimente z.B. offen und dann mit zusätzlicher Unterstützung halboffen oder geschlossen zu gestalten (Code- und Subcode-Ebene). In einer der Unterrichtsstunden der Sekundarstufe, in der Pflanzen untersucht wurden (Fall 2.1 #2), waren die Schüler*innen frei in der Wahl, was sie untersuchen, welche Materialien und Geräte sie verwenden und wie sie vorgehen wollten.

In Bezug auf die Entwicklung der Kompetenzen der Studierenden zeigt sich aber bei denjenigen, bei denen ein zweites Video vorlag, dass die Studierenden teilweise nicht nur zunehmend Charakteristika inU auf der Subkategorien-, sondern auch auf der Code- und Subcode-Ebene implementiert haben. In den meisten Fällen waren die kommunikativen Ansätze, die Grade der Offenheit, die materialgeleiteten Ansätze und die Gestaltung einer konstruktiven Lernatmosphäre im ersten und zweiten Unterricht aber ähnlich.

5 Diskussion

Die Verteilung der implementierten Charakteristika inU spiegelt die Verteilung der Schwerpunkte im naturwissenschaftlichen Unterricht wieder (vgl. Tesch & Duit 2004). Videostudien zeigen, dass die meiste Unterrichtszeit für die naturwissenschaftlichen Untersuchungsmethoden aufgewendet wird (vgl. Börlin 2012; Nehring u.a. 2016, 89ff.). So lässt sich erklären, warum der Fokus der Studierenden vor allem auf der Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden, aber auch auf dem Aufstellen naturwissenschaftlicher Fragestellungen und der Ergebnisdarstellung lag.

Insgesamt haben die Lehramtsstudierenden bereits eine breite Auswahl an Charakteristika inU auf der Subkategorien-Ebene des KinU in ihren Unterricht implementiert. Damit ergänzen die Ergebnisse die positiven Erfahrungen durch die Praxisphase und den damit verbundenen Unterrichtsreflexionen, die durch eine Vielzahl an Studien bestätigt werden (vgl. Gröschner u.a. 2018; Ulrich u.a. 2020). Nicht zu überprüfen ist, wie gezielt die Studierenden die inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika in ihren Unterricht implementiert haben. Wie bei Griful-Freixenet u.a. (2020, 10ff.) können die Studierenden auch möglichst unterschiedliche methodische Ansätze ausprobiert haben, um selbst Erfahrungen zu sammeln, anstatt theoriegeleitet und strukturiert inklusive Zugänge zu den naturwissenschaftlichen Charakteristika umzusetzen.

Die professionellen Kompetenzen der Lehramtsstudierenden stoßen an ihre Grenzen, wenn es um die Umsetzung der Charakteristika inU auf der Code- und Subcode-Ebene des KinU geht. Das bedeutet zum Beispiel, das Experimentieren im Unterricht nicht nur über eine geschlossene Anleitung (Offenheitsgrad) und Bilder (materialgeleitet), gegenseitige Hilfe in der Gruppe (kommunikativ) und ein Experimentiervideo (digital) zu unterstützen. Vielmehr sollen für die inklusive Gestaltung von Unterricht den Schüler*innen multiple Zugänge bzw. Repräsentationen flexibel angeboten werden (vgl. Baumann u.a. 2013; CAST 2018). Ein inklusiver Ansatz ist dabei, den naturwissenschaftlichen Unterricht über die verschiedenen Level des Forschenden Lernens für die Schüler*innen unterschiedlich offen zu gestalten (Blanchard u.a. 2010, 581; Abels u.a. 2020, 4). Der Unterricht kann inklusiver werden, wenn den Schüler*innen verschiedene Zugänge geboten werden (vgl. van Boxtel u.a. 2019). In der Studie von Capp (2020, 716f.) fanden es die Lehrpersonen besonders schwierig, verschiedene Ansätze anzubieten. Hier liegt ein Anknüpfungspunkt für Qualifizierungsprogramme.

In der professionellen Kompetenz bzgl. der Umsetzung inU waren schulstufenspezifisch keine bedeutenden Unterschiede zu erkennen. Ergebnisse aus Franz (vgl. 2019), in dessen Studie die professionellen Kompetenzen der Primarstufenstudierenden höher sind, oder aus Simon und Moser (2019, 224), die einen höheren Professionalisierungsbedarf in der Sekundarstufe in Bezug auf inU betonen, stehen unseren Ergebnissen entgegen. Die Ergebnisse unserer Studie spiegeln lediglich den unterschiedlichen fachlichen Fokus der Primar- und Sekundarstufe wieder. Während der Unterricht sich in der Primarstufe auf der Phänomenebene bewegt, werden in der Sekundarstufe mehr naturwissenschaftliche Charakteristika mit Bezug zur submikroskopischen Ebene (Molekül-/Teilchenebene) adressiert (vgl. Johnstone 2000).

Insgesamt war bei den Lehramtsstudierenden der Primar- und Sekundarstufe eine leichte Entwicklung der professionellen Kompetenzen bzgl. der Umsetzung Charakteristika inU festzustellen. Es ist anzunehmen, dass die Lehramtsstudierenden dennoch eine längere Praxisbegleitung und mehr Praxiserfahrungen benötigen (vgl. König u.a. 2020), um den naturwissenschaftlichen Unterricht zunehmend inklusiver zu gestalten. Die theoriegeleitete Praxisbegleitung der Lehramtsstudierenden im Nawi-In Projekt kann dennoch als Grundlage zur Weiterentwicklung der Professionalisierung für einen inU mit mehr reflektierter Praxiserfahrung gesehen werden (vgl. Berliner 2001). Damit konnten wir im Nawi-In Projekt der Forderung zur Professionalisierung für einen inU nachgehen (Simon & Moser 2019, 225).

6 Limitationen und Ausblick

Um die professionellen Kompetenzen der Lehramtsstudierenden abschließend einschätzen zu können, fehlt es an Referenz, welche inklusiv naturwissenschaftlichen Charakteristika erfahrene Lehrpersonen einsetzen würden. Mit dem Hinweis, dass Inklusion ein Prozess ist (Ainscow & Miles 2009, 2) und auch erfahrene Lehrpersonen sich immer noch nicht adäquat auf den inklusiven Unterricht vorbereitet fühlen (Ryan u.a. 2020, 194), ist davon auszugehen, dass im Gegensatz zu den Erkenntnissen aus der Noviz*innen-Expert*innen-Forschung (vgl. Berliner 2001) nicht nur Lehramtsstudierende, sondern alle Lehrpersonen mithilfe von Handreichungen wie z.B. dem KinU darin unterstützt werden müssen, strukturiert und gezielt unterschiedliche Zugänge zu den Gegenständen ihres Unterrichts zu gestalten. Dabei sind die Zugänge aus dem KinU möglichst konkret der Code- oder Subcode-Ebene zu entnehmen und es ist anzuraten, unterschiedliche Zugänge innerhalb einer Subkategorie in einem qualitativvollen Fachunterricht anzubieten.

Durch die einseitige Kameraperspektive, da nur eine Kamera jeweils verwendet wurde, und durch die limitierte Anzahl an Unterrichtsvideos sowie Themen und Kontexten, war die Extraktion umfangreicher Ergebnisse, die noch weitere Zugänge aus dem KinU abgedeckt hätten, limitiert. Eine weitere Kohorte an Studierenden hat die Unterrichtsvideos mit zwei Kameras gedreht, die das

Repertoire an unterschiedlichen Unterrichtsstunden erweitern. Diese Unterrichtsvideos werden dem KinU fortführend analysiert.

Um die Professionalisierung für einen inU weiter zu entwickeln, fließen die Ergebnisse dieses und weiterer Forschungen in die Diskussionen im Netzwerk inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (NinU) ein.

Literatur

Abels, S., Brauns, S. & Egger, D. (2020): Forschendes Lernen im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht, In: IMST Newsletter, H. 50, 10-14. Online unter: https://www.imst.ac.at/files/ueber_imst/oeffentlichkeitsarbeit/imst_newsletter_50_final.pdf (Abrufdatum: 01.06.2022).

Abels, S. & Witten, U. (in Vorb.): Fachdidaktiken im Vergleich: Was Naturwissenschaftsdidaktik und Religionspädagogik voneinander über Inklusion lernen können. In: Zeitschrift für Inklusion.

Adamina, M. & Möller, K. (2013): Zugänge zum naturwissenschaftlichen Unterricht. In: Labudde, P. (Hrsg.): Fachdidaktik Naturwissenschaft. 1. - 9. Schuljahr. 2. Aufl. Bern: UTB, 105-118.

Ainscow, M. & Miles, S. (2009): Developing inclusive education systems: how can we move policies forward? Online unter: http://www.ibe.unesco.org/fileadmin/user_upload/COPs/News_documents/2009/0907Beirut/DevelopingInclusive_Education_Systems.pdf (Abrufdatum: 01.06.2022).

Baumann, M., Simon, U., Wonisch, A. & Guttenberger, H. (2013): Computersimulation versus Experiment. Gibt es Unterschiede im Erzeugen nachhaltigen Wissens und in der Attraktivität für die Schüler?. In: MNU, 66, H. 5, 305-310.

Berliner, D. C. (2001): Learning about and learning from expert teachers. In: International Journal of Educational Research, Jg. 35/H. 5, 463-482. [https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(02\)00004-6](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(02)00004-6)

Black-Hawkins, K. (2010): The Framework for Participation: a research tool for exploring the relationship between achievement and inclusion in schools. In: International Journal of Research & Method in Education, Jg. 33/H. 1, 21-40. <https://doi.org/10.1080/17437271003597907>

Blanchard, M. R., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A. & Granger, E. M. (2010): Is Inquiry Possible in Light of Accountability?: A Quantitative Comparison of the Relative Effectiveness of Guided Inquiry and Verification Laboratory Instruction. In: Science Education, Jg. 94/H. 4, 577-616. <https://doi.org/10.1002/sci.20390>

Börlin, J. (2012): Das Experiment als Lerngelegenheit. Vom interkulturellen Vergleich des Physikunterrichts zu Merkmalen seiner Qualität. Berlin: Logos.

Brauns, S. & Abels, S. (2020): The Framework for Inclusive Science Education. In: Inclusive Science Education, Working Paper, Jg. 2020/H. 1, 1-145. Online unter: www.leuphana.de/inclusive-science-education (Abrufdatum: 01.06.2022).

Brauns, S. & Abels, S. (2021a): Validation and Revision of the Framework for Inclusive Science Education, In: Inclusive Science Education, Working Paper, Jg. 2021/H. 1, 1-31. Online unter: www.leuphana.de/inclusive-science-education (Abrufdatum: 01.06.2022).

Brauns, S. & Abels, S. (2021b): Videoanalyse mit dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU). In: Progress in Science Education, Jg. 4/H. 2, 71-84. <https://doi.org/10.25321/prise.2021.1146>

- Brauns, S., Egger, D. & Abels, S. (2020): Forschendes Lernen auf Hochschul- und Unterrichtsebene beforschen. In: *Transfer Forschung ↔ Schule*, H. 6, 201-211.
- Brückmann, M. & Duit, R. (2014): Videobasierte Analyse unterrichtlicher Sachstrukturen. In: Krüger, D., Parchmann, I., & Schecker, H. (Hrsg.): *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Berlin und Heidelberg: Springer, 189-202. https://doi.org/10.1007/978-3-642-37827-0_16
- Capp, M. J. (2020): Teacher confidence to implement the principles, guidelines, and checkpoints of universal design for learning. In: *International Journal of Inclusive Education*, Jg. 24/H. 7, 706-720. <https://doi.org/10.1080/13603116.2018.1482014>
- CAST (2018): *Universal Design for Learning Guidelines version 2.2*. Online unter: <http://udlguidelines.cast.org>, 26.01.2021 (Abrufdatum: 01.06.2022).
- Consuegra, E., Engels, N. & Willegems, V. (2016): Using video-stimulated recall to investigate teacher awareness of explicit and implicit gendered thoughts on classroom interactions. In: *Teachers and Teaching*, Jg. 22/H. 6, 683-699. <https://doi.org/10.1080/13540602.2016.1158958>
- DFG (2019): *Guidelines for Safeguarding Good Research Practice. Code of Conduct*. Bonn. Online unter: https://www.dfg.de/download/pdf/foerderung/rechtliche_rahmenbedingungen/gute_wissenschaftliche_praxis/kodex_gwp_en.pdf (Abrufdatum: 01.06.2022).
- Egger, D., Brauns, S., Sellin, K., Barth, M. & Abels, S. (2020): Professionalisierung von Lehramtsstudierenden für inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht. In: *Journal für Psychologie*, Jg. 27/H. 2, 50-70. <https://doi.org/10.30820/0942-2285-2019-2-50>
- Ferreira González, L., Fühner, L., Sührig, L., Weck, H., Weirauch, K. & Abels, S. (2021): Ein Unterstützungsraster zur Planung und Reflexion inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts. In: Hundertmark, S., Sun, Xiaokang, Abels, S., Nehring, A., Schildknecht, R., Seremet, V., & Lindmeier, C. (Hrsg.): *Naturwissenschaftsdidaktik und Inklusion. 4. Beiheft Sonderpädagogische Förderung heute*. Weinheim: Beltz, 191-215.
- Florian, L. & Spratt, J. (2013): Enacting inclusion: a framework for interrogating inclusive practice. In: *European Journal of Special Needs Education*, Jg. 28/H. 2, 119-135. <https://doi.org/10.1080/08856257.2013.778111>
- Franz, E.-K. (2019): Adaptive Lehrkompetenz erwerben – Beiträge der Lehrer(innen)bildung zur Professionalisierung von Grundschullehrer(inne)n. In: Donie, C., Foerster, F., Obermayr, M., Deckwerth, A., Kammermeyer, G., Lenske, G., Leuchter, M., & Wildemann, A. (Hrsg.): *Grundschulpädagogik zwischen Wissenschaft und Transfer*. Wiesbaden: Springer, 188-193. https://doi.org/10.1007/978-3-658-26231-0_23
- Göhner, M. & Krell, M. (2020): Qualitative Inhaltsanalyse in naturwissenschaftsdidaktischer Forschung unter Berücksichtigung von Gütekriterien: Ein Review. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, Jg. 10/H. 1, 207-225. <https://doi.org/10.1007/s40573-020-00111-0>
- Görel, G. (2019): *Inklusiver Unterricht aus Sicht von Grundschullehrkräften*. Wiesbaden: Springer Fachmedien. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-26175-7>
- Griful-Freixenet, J., Vantieghem, W., Gheysens, E. & Struyven, K. (2020): Connecting beliefs, noticing and differentiated teaching practices: a study among pre-service teachers and teachers. In: *International Journal of Inclusive Education*, Jg. 7/H. 1, 1-18. <https://doi.org/10.1080/13603116.2020.1862404>
- Gröschner, A., Schindler, A.-K., Holzberger, D., Alles, M. & Seidel, T. (2018): How systematic video reflection in teacher professional development regarding classroom discourse contributes to teacher

and student self-efficacy. In: *International Journal of Educational Research*, Jg. 90/H. 1, 223-233. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2018.02.003>

Johnstone, A. H. (2000): Teaching of Chemistry – Logical or Psychological?. In: *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, Jg. 1/H. 1, 9-15. <https://doi.org/10.1039/A9RP90001B>

König, J., Darge, K. & Kramer, C. (2020): Kompetenzentwicklung im Praxissemester: Zur Bedeutung schulpraktischer Lerngelegenheiten auf den Erwerb von pädagogischem Wissen bei Lehramtsstudierenden. In: Ulrich, I., & Gröschner, A. (Hrsg.): *Praxissemester im Lehramtsstudium in Deutschland: Wirkungen auf Studierende*. Wiesbaden: Springer, 67-95. https://doi.org/10.1007/978-3-658-24209-1_2

Korthagen, F. A. J. (2010): How Teacher Education Can Make a Difference. In: *Journal of Education for Teaching: International Research and Pedagogy*, Jg. 36/ H. 4, 407-423. <https://doi.org/10.1080/02607476.2010.513854>

Lamnek, S. & Krell, C. (2010): *Qualitative Sozialforschung. Lehrbuch*. 5. Aufl. Weinheim: Beltz.

Laudonia, I., Mamlok-Naaman, R., Abels, S. & Eilks, I. (2018): Action research in science education – an analytical review of the literature. In: *Educational Action Research*, Jg. 26/H. 3, 480-495. <https://doi.org/10.1080/09650792.2017.1358198>

Mayring, P. (2015): *Qualitative Inhaltsanalyse. Grundlagen und Techniken*. 12. Aufl. Weinheim: Beltz.

Menthe, J. & Hoffmann, T. (2015): Inklusiver Chemieunterricht: Chance und Herausforderung. In: Riegert, J., & Musenberg, O. (Hrsg.): *Inklusiver Fachunterricht in der Sekundarstufe*. 1. Aufl. Stuttgart: Kohlhammer, 131-140.

Nehring, A. & Bohlmann, M. (2016): Inklusion als Herausforderung und Chance für die naturwissenschaftsdidaktische Theoriebildung. In: Musenberg, O., & Riegert, J. (Hrsg.): *Didaktik und Differenz*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 148-163.

Nehring, A., Stiller, J., Nowak, K. H., Upmeyer zu Belzen, A. & Tiemann, R. (2016): Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen im Chemieunterricht – eine modellbasierte Videostudie zu Lerngelegenheiten für den Kompetenzbereich der Erkenntnisgewinnung. In: *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, Jg. 22/H. 1, 77-96. <https://doi.org/10.1007/s40573-016-0043-2>

Riegle-Crumb, C., Morton, K., Nguyen, U. & Dasgupta, N. (2019): Inquiry-Based Instruction in Science and Mathematics in Middle School Classrooms: Examining Its Association with Students' Attitudes by Gender and Race/Ethnicity. In: *AERA Open*, Jg. 5/H. 3, 1-17. <https://doi.org/10.1177%2F2332858419867653>

Ryan, M., Rowan, L., Lunn Brownlee, J., Bourke, T., L'Estrange, L., Walker, S. & Churchward, P. (2020): Teacher education and teaching for diversity: a call to action. In: *Teaching Education*, Jg. 33/H. 2, 1-20. <https://doi.org/10.1080/10476210.2020.1844178>

Schlüter, A.-K. (2018): *Professionalisierung Angehender Chemielehrkräfte Für Einen Gemeinsamen Unterricht*. Berlin: Logos.

Seidel, T., Stürmer, K., Blomberg, G., Kobarg, M. & Schwindt, K. (2011): Teacher learning from analysis of videotaped classroom situations: Does it make a difference whether teachers observe their own teaching or that of others?. In: *Teaching and Teacher Education*, Jg. 27/H. 2, 259–267. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.08.009>

Autor*innenangaben

Sarah Brauns, Dr.

Leuphana Universität Lüneburg

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Professionalisierung und professionelle Kompetenz von Lehrkräften für einen inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht, Reflexionskompetenz

Universitätsallee 1, 21335 Lüneburg

Sarah.brauns@leuphana.de

Simone Abels, Prof. Dr.

Leuphana Universität Lüneburg

Arbeits- und Forschungsschwerpunkte: Inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht, videobasierte Professionalisierung, Reflexionskompetenz, Forschendes Lernen, Lernwerkstatt, BNE.

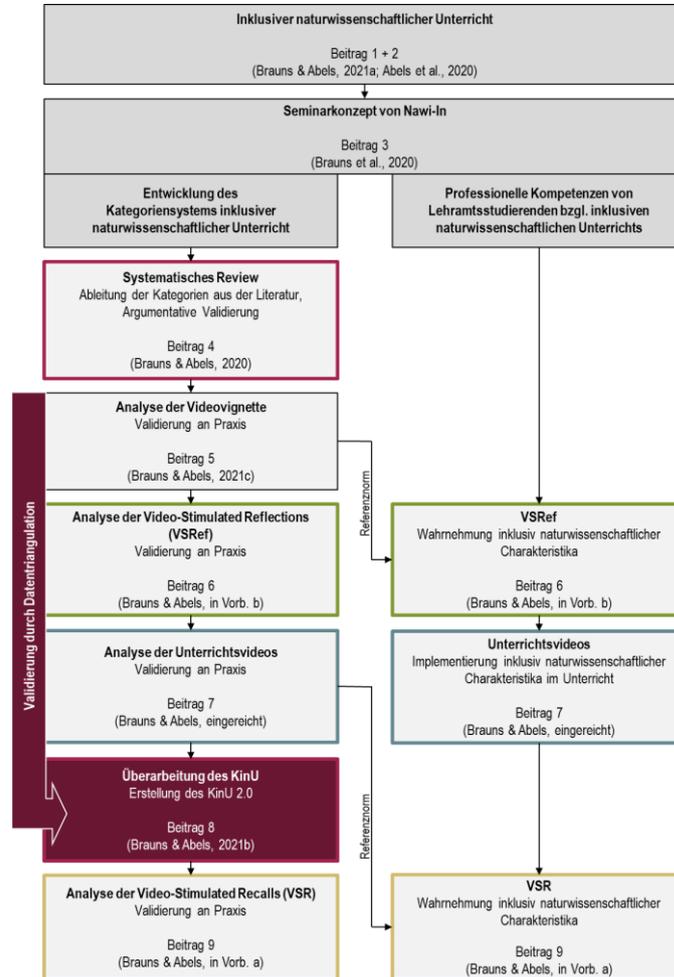
Universitätsallee 1, 21335 Lüneburg

Simone.abels@leuphana.de

Beitrag 8

Validation and Revision of the Framework for Inclusive Science Education

Sarah Brauns und Simone Abels



Brauns, S. & Abels, S. (2021b). Validation and Revision of the Framework for Inclusive Science Education. *Inclusive Science Education, Working Paper, 1/2021*, 1–31. www.leuphana.de/inclusive-science-education

Beiträge der Autor*innen.

Konzeptualisierung	SB, SA	Methodik	SB, SA	Software	SB	Validierung	SB, EH
Analyse	SB	Untersuchung	SB	Ressourcen	SA	Originalentwurf	SB, SA
Überarbeitung	SB, SA, EH	Beitragsleitung	SB	Projektleitung	SA	Finanzierung	SA



INCLUSIVE SCIENCE EDUCATION

VALIDATION AND REVISION OF THE

FRAMEWORK FOR INCLUSIVE SCIENCE EDUCATION

**WORKING PAPER
IN
INCLUSIVE SCIENCE EDUCATION**

1/2021

→ www.leuphana.de/inclusive-science-education

INCLUSIVE SCIENCE EDUCATION

VALIDATION AND REVISION OF THE FRAMEWORK FOR INCLUSIVE SCIENCE EDUCATION

VALIDIERUNG UND ÜBERARBEITUNG DES KATEGORIENSYSTEMS INKLUSIVER NATURWISSENSCHAFTLICHER UNTERRICHT (KinU)

Sarah Brauns, Simone Abels

Authors



Sarah Brauns, M.Ed.

Leuphana University Lüneburg
Science Education | Institute of Sustainable Chemistry (INSC)
Universitätsallee 1, 21335 Lüneburg
Sarah.brauns@leuphana.de



Prof. Dr. Simone Abels

Leuphana University Lüneburg
Science Education | Institute of Sustainable Chemistry (INSC)
Universitätsallee 1, 21335 Lüneburg
Simone.abels@leuphana.de

Imprint

Prof. Dr. Simone Abels
Leuphana University Lüneburg
Science Education
Universitätsallee 1
21335 Lüneburg, Germany

ISSN 2701-3766

Published online 21th December 2021

Issue 1/2021

Available at www.leuphana.de/inclusive-science-education

Citation

Brauns, S., & Abels, S. (2021). Validation and Revision of the Framework for Inclusive Science Education, *Working Paper No. 1/2021*, 1-31. Leuphana University Lüneburg, Science Education.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights. Users may download, print and copy any publication from the public portal for the purpose of study or research. You may not use it for any profit-making activity or commercial gain. You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal. You may adapt the Framework for Inclusive Science Education but always cite this paper correctly and pursue the same copy rights.



Collaboration and Funding



VALIDATION AND REVISION OF THE FRAMEWORK FOR INCLUSIVE SCIENCE EDUCATION

Sarah Brauns, Simone Abels

ABSTRACT

All students have the right to participate in science education. For this to be achieved, not only research in the inclusive context needs to be further developed, but teachers also require guidance on how to implement inclusive science education in practice. To meet this demand, the Framework for Inclusive Science Education was developed in the federally funded project “Teaching Science Education Inclusively” (Nawi-In). Since the Framework was previously systematically derived from the literature (Brauns & Abels, 2020), only a smaller part of which came from empirical work, the Framework was verified in practice in a validation process. This means that in several steps the Framework was applied to different data of the Nawi-In project (classroom videos and audio-recorded lesson reflections of student teachers). In the case of the classroom videos, it was analysed which inclusive science aspects from the Framework the student teachers had implemented in practice. In the lesson reflections, it was analysed which inclusive science aspects the student teachers had noticed in their own and another teacher’s classroom videos. By applying the Framework to the data as means of validation, it was analysed, for example, how disjunctive the categories are. The Framework was extended by inductive categories, i.e., it is showing even more or more concrete inclusive approaches to science education now. In addition, further quality criteria were reviewed. Implications have led to the revision of the Framework. The new Framework for Inclusive Science Education 2.0 consists of a total of $n=2117$ categories. Of these, there are 15 main categories, each of which has 12 subcategories. The subcategories are each divided into codes and more concrete sub-codes. The recurring structure of the subcategories and codes has made the application of the Framework simpler and more comprehensible. Nevertheless, the Framework 2.0 still only shows different approaches to inclusive science teaching, but cannot conclude whether all students could actually participate in the class. The implications show that the Framework 2.0 has the potential to continue to be used in science teacher education, to be applied to further data in science education research and possibly to be transferred to other subjects.

CONTENT

1. Introduction	1
2. The Framework for Inclusive Science Education 1.0.....	2
3. Research Focus and Aims	4
4. Validation Procedure of the Framework	4
4.1 Validation Techniques.....	5
4.2 Quality Criteria	7
5. Results	11
5.1 Development of the inductively derived categories	11
5.2 Implications for change.....	13
5.3 The Framework for Inclusive Science Education 2.0	16
6. Discussion	22
7. Implications and limitations	25
8. Outlook.....	25
Acknowledgements.....	27
Appendix	27
References.....	27

FIGURES

Fig. 1. The Framework for Inclusive Science Education 1.0	3
Fig. 2. Project logic and validation process of the Framework for Inclusive Science Education.....	5
Fig. 3. Proportions of the inductive categories after the validation steps on practice	11
Fig. 4. Distribution of inductive subcategories, codes and subcodes at the different analysis times and data materials	12
Fig. 5. Addition of inductive categories per main category of the Framework 1.0	13
Fig. 6. The Framework for Inclusive Science Education adaptations.....	15
Fig. 7. The Framework for Inclusive Science Education 2.0	17
Fig. 8. Distribution of the categories of the Framework 2.0	18

TABLES

Tab. 1. Overview of the Framework 2.0 (underlined Codes=scientific)	20
---	----

1. INTRODUCTION

'Education for all' is how Booth et al. (2006) interpret one of the concepts of inclusive education. This understanding of inclusion is about enabling all students to participate in education (Black-Hawkins, 2010). "As we have come to understand it, inclusive pedagogy is an approach to teaching and learning that supports teachers to respond to individual differences between learners, but avoids the marginalisation that can occur when some students are treated differently" (Florian, 2014, p. 289). The understanding of 'education for all' aims to reduce individual barriers for students and to promote the individual potential of students without attribution as in special education nor the belief that the ability to learn is fixed (Griful-Freixenet et al., 2020). However, inclusive education is not only about broadening the view on the students' potentials, but also breaking down fixed structures and understanding that different students can take and need different approaches in class.

While 'education for all' refers to teaching in general, this understanding of inclusive education needs to be specified for the different school subjects. "The notion of 'science for all' suggests that all students – irrespective of achievement and ability – should engage in opportunities to understand the practice and discourse of science" (Villanueva & Hand, 2011, p. 233). Villanueva and Hand (2011) thus specify the concept of inclusion for science education, but what inclusive science education is, does not become concrete in this quote. In order for all students to participate in science education, it is necessary that students are enabled to access science in different ways (Baumann et al., 2018). There are already indications in the literature on how these can be implemented in science education (Brauns & Abels, 2020). Experimental phases, for example, are an essential component of science education (Brauns & Abels, 2021a). In order to make experimental phases inclusive, it is the teacher's task to enable different approaches to them (Brauns & Abels, 2020). For example, approaches to experiments can be enabled through addressing different senses. Students can use smell as an indicator (Teke & Sozbilir, 2019). In addition, experiments can involve feeling objects and their positions as they float and sink (Kahn et al., 2017). This also includes adapting devices for experimentation so that, for example, tactile markings are used on graduated cylinders, flasks or scales (Watson & Johnston, 2007). Devices for measuring can also have acoustic or vibrating functions (Koehler & Wild, 2019; Vitoriano et al., 2016). It is also possible to differentiate experimentation phases by the number of experiments (Schmitt-Sody et al., 2015), by the social forms in groups or individual work (McGrath & Hughes, 2018) and to support students acting as learning guides (Bodzin et al., 2007).

Inquiry-based learning also lends to the implementation of scientific practices in inclusive science education (Abels et al., 2020; Hofer et al., 2018; McGrath & Hughes, 2018; Mulvey et al., 2016). Through the phenomena-based engagement and inquiry stance that students adopt,

interest is aroused (Bodzin et al., 2007; Maroney et al., 2003). Inquiry-based learning is particularly appropriate as it can be created with varying degrees of openness adapted to the students' needs, for example, by making the research questions, methods and data analysis of the investigations more or less structured, guided or even left open (Abels, 2015; Blanchard et al., 2010; Mulvey et al., 2016; Watt et al., 2013).

However, science education does not only consist of inquiry-based learning and experimentation phases. The specific technical language, scientific concepts, models, phenomena and other elements are also characteristics of science education (Brauns & Abels, 2020). For the development of technical language, for example, glossaries or technical vocabulary tables (Affeldt et al., 2018; Huber, 2017; Schmitt-Sody & Kometz, 2014), visualisations in the form of figures, symbols or pictograms can be used in a supportive manner (Adesokan & Reiners, 2015; Markic & Bruns, 2013), or multilingual approaches can be created (Collier et al., 2016). For developing science concepts, for example, digital access can be created via apps, computer programmes or simulations (Schmitt-Sody & Kometz, 2011; Stinken-Rösner, 2020; Teke & Sozibilir, 2019), or science concepts can be taught with a connection to everyday life or based on a specific context (Menthe et al., 2015). Just as there are other different characteristics of science education, there are also countless other approaches to these characteristics that can be created in order to create inclusive science education. Although various publications have already provided guidance on the inclusive implementation of science education, these have never been fully mapped, clearly structured and finalised before the Framework for Inclusive Science Education (Brauns & Abels, 2020).

2. THE FRAMEWORK FOR INCLUSIVE SCIENCE EDUCATION 1.0

In order to map the connection between science and inclusive education in one framework, the Framework for Inclusive Science Education was established in the federally funded project "Teaching Science Education Inclusively"¹ (Nawi-In; Brauns & Abels, 2020). In a systematic literature review, a total of n=297 titles with reference to inclusive science education were identified (Brauns & Abels, 2020). The categories of the Framework were derived from the literature using inductive category deriving (Kuckartz, 2018). A total of n=935 categories were systematised, each representing a science characteristic (e.g., scientific research methods, scientific concepts, technical language, phenomena, etc.) combined with a way of inclusive implementation (e.g. material-guided support, enabling ... on the basis of linguistic support, enabling ... at different degrees of openness). The categories were systematised in the Framework at four different levels of abstraction from the main category level (abstract) to the subcode level (concrete). N=16 categories constitute the main categories (fig. 1) and were defined in

¹ Funded by the German Federal Ministry of Education and Research (2018-2021, no 01NV1731)

Brauns and Abels (2020). Accordingly, 16 science characteristics (fig. 1, green) were derived from the literature and linked to the idea of inclusive pedagogy² (fig. 1, red).

1. Developing inclusive science learning environments	2. Adapting security for inclusive education	3. Developing (inclusive) diagnostics for scientific specifics	4. Teaching scientific concepts inclusively	5. Creating inclusive scientific contexts
16. Teaching the understanding of nature of science inclusively	THE FRAMEWORK FOR INCLUSIVE SCIENCE EDUCATION			6. Teaching scientific terminology inclusively
15. Creating inclusive data evaluation and result presentation				7. Creating inclusive inquiry-based learning
14. Developing students' science conceptions inclusively				8. Teaching scientific phenomena inclusively
13. Creating inclusive application of scientific research methods	12. Creating inclusive scientific documentation	11. Developing inclusive scientific information media	10. Creating inclusive generation of hypotheses and research questions	9. Teaching scientific models inclusively

Fig. 1. The Framework for Inclusive Science Education 1.0 (Brauns & Abels, 2020, p. 21)

In the Nawi-In project, different data were analysed with the Framework for Inclusive Science Education (Brauns et al., 2020). In this way, two goals were pursued: On the one hand, the professional competencies regarding inclusive science education of student teachers were analysed and, on the other hand, the Framework was validated and further developed (Brauns & Abels, 2021b). The consolidation of the results from the individual validations of an entire process takes place in this paper (Brauns & Abels, submitted a, submitted b, in prep., 2021). For this purpose, the methodological procedure for validation, the implications from the empirical application of the Framework and the new, revised Framework for Inclusive Science Education 2.0 are presented. In addition, the quality criteria of the Framework are reviewed and implications for the further application of the Framework are provided.

The descriptive statistics of the sample and the Framework showed that a large number of the categories were derived from theoretical-conceptual literature. For this reason, the demand for empirical application and further development of the Framework was obvious. The analyses revealed even more gaps. For example, the focus of the literature was rarely on teachers, who are responsible for teaching (Brauns & Abels, 2020). Therefore, applying the Framework to data from student teachers addressed a gap in research. Furthermore, the analysis of the Framework showed how extensive it was, which could make it difficult to apply (Brauns & Abels, 2020). Until then, the Framework gave hints for inclusive science education that needed to be tested in practice.

² The Framework in its original form can be downloaded here: www.leuphana.de/inclusive-science-education (1/2020)

Overall, the Framework was to be understood as dynamic from the beginning, so that its development will always be ongoing depending on the developments in the field.

3. RESEARCH FOCUS AND AIMS

Although the Nawi-In project uses the Framework for Inclusive Science Education to analyse the professional competencies of student teachers, the focus of this paper is on the triangulation of the different validation steps and revision of the Framework itself. Since the Framework for Inclusive Science Education was derived in a systematic review from the literature, in which mainly theoretical-conceptual and normative references were provided, deficiencies already became apparent during the creation of the Framework, which needed to be revised through its application in research (Brauns & Abels, 2020). For this reason, this paper brings together all the implications for revising and extending the Framework. In summary, this paper pursues the following aims of the validation and revision of the Framework:

- Triangulating the validation steps of the Framework
- Reviewing the quality criteria with regard to the qualitative content analysis
- Revising the structure of the Framework
- Further developing the categories of the Framework

In this sense, the revision of the Framework is not only discussed and justified in this paper, but also the new, revised Framework for Inclusive Science Education 2.0 with its revised definitions is made freely available. As one of the quality criteria, the methodological procedure for the validation of the Framework is made transparent in detail below.

4. VALIDATION PROCEDURE OF THE FRAMEWORK

The validation process for the revision of the Framework for Inclusive Science Education was created along the project logic of Nawi-In (fig. 2, p. 5, Brauns & Abels, 2021b; Flick, 2019). After individual steps of the validation on practice have been conducted (Brauns & Abels, submitted a, submitted b, in prep., 2021), the results of these steps are triangulated in this paper. Validity as a process has the goal of trustworthiness (Lamnek & Krell, 2010). In qualitative research, such individual procedures are common, because conventional criteria from quantitative research usually cannot be transferred (Mayring, 2014; Stasik & Gendzwitt, 2018; Tjora, 2018). There are no universal rules that can be applied; rather, the methods need to be adapted to the problem (Broad, 2017; Stasik & Gendzwitt, 2018). In qualitative research, the measurement character changes to the interpretative-communicative character (Lamnek &

Krell, 2010). In the literature, various techniques are recommended for validation in qualitative research (e.g., triangulation, peer debriefing, member checks, communicative validation, etc.) and criteria are established, such as credibility, transferability, dependability, confirmability, stability, reproducibility, accuracy (Lincoln & Guba, 1985; Mayring, 2014). The validation techniques and quality criteria were individually compiled for the Framework for Inclusive Science Education and are described in more detail below.

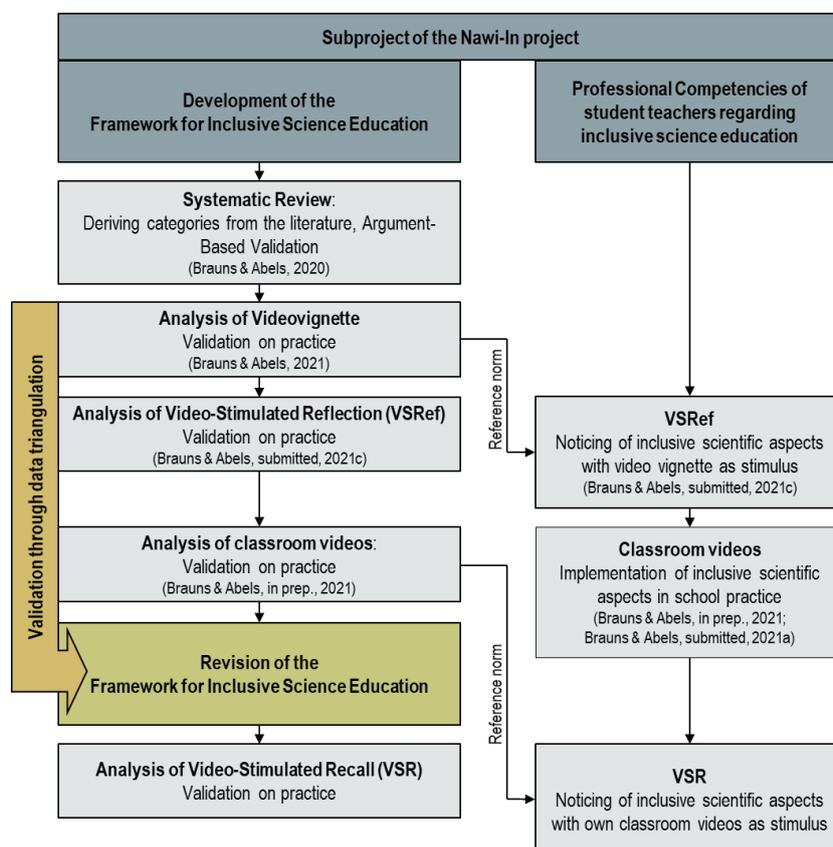


Fig. 2. Project logic and validation process of the Framework for Inclusive Science Education (adapted after Brauns & Abels, 2021b, p. 72).

4.1 VALIDATION TECHNIQUES

“Validation is a social discourse” (translated after Lamnek & Krell, 2010, p. 148). One of the validation steps already took place during the derivation of the categories from the literature in the systematic review (Brauns & Abels, 2020). In recurrent cycles, the categories were repeatedly discussed and revised in research groups in the sense of an argument-based validation (Döring & Bortz, 2016). Every step from coding text passages, paraphrasing the codings (formulating them in one’s own words), clustering paraphrases with the same content statements, formulating the categories, structuring the categories in the Framework, etc. was repeatedly reviewed and revised using the argument-based approach (Brauns & Abels, 2020). In argument-based validation, the researchers disclose their preliminary assumptions and in-

terpretations are then jointly reviewed (Lamnek & Krell, 2010). This approach is so called, because arguments are exchanged and discussions are held for the assumptions and interpretations (Döring & Bortz, 2016). In this way, not only is intersubjectivity guaranteed, but decisions are directly justified (Lamnek & Krell, 2010). All data analysed with the Framework for Inclusive Science Education – more precisely the data of the video vignette, the video-stimulated reflections (VSRef) and the classroom videos – were first validated each time in an argument-based approach together with at least one other researcher Brauns & Abels, submitted a, submitted b, in prep., 2021). The results are always referred back to the state of the research and discussed together, so that extensions and modifications take place again and again (Mayring, 2019). The constant feedback and revision is reminiscent of the procedure in qualitative content analysis, in which categories and concepts are continuously developed (Kuckartz & Rädiker, 2019). Following this procedure can indeed increase validity in qualitative content analysis (Broad, 2017). In this way, it was first ensured that the data were adequately analysed with the Framework and that the results were of high quality. This is because the results of the analyses served as a basis, and as a starting point for expanding the Framework and for formulating implications for changing the Framework.

By analysing the video vignette, the VSRef and the classroom videos with the Framework for Inclusive Science Education, the Framework was verified in the sense of a validation on practice (Lamnek & Krell, 2010). This is because the argumentative approach could not verify the theoretical-conceptual categories from the Framework, the gaps could not be closed and the applicability in research could not be tested. The path from theory to practice is also described as the transformation of scientific knowledge into practice (Lamnek & Krell, 2010). Each validation on practice was carried out one after the other Brauns & Abels, submitted a, submitted b, in prep., 2021). However, the Framework was always applied in its latest state and thus developed cumulatively. This means that the Framework, including the categories derived from the analysis of the video vignette, was used for the analysis of the VSRef. In the analysis of the classroom videos, all categories of the Framework were used with the inductive categories from the analysis of the video vignette and the VSRef. In this way, the extension of the Framework for Inclusive Science Education through the derivation of inductive categories took place through the validation on practice and in the adding process.

Essentially, the validation through data triangulation presented in this paper led to the revision of the Framework (Flick, 2019, 2020; Lamnek & Krell, 2010). “Triangulation of data combines data drawn from different sources and at different times, in different places or from different people” (Flick, 2010, n.p.). As mentioned above, the video vignette, the VSRef and the classroom videos were used as different data at different times. In addition, different student teachers at primary and secondary level were researched, and in the video vignette the teaching of an experienced teacher was analysed. All data were independent of each other.

“This is the adequate variant of integration when data from studies with two independent samples are analysed in the context of a triangulation design. In this case, the comparison of the findings can achieve the objective of increased validity because it only takes place after those findings have been made” (Kuckartz & Rädiker, 2019, p. 175).

It is common in qualitative research that visual and auditory data are also triangulated (Flick, 2010). In addition, it is important to distinguish the data of the dual focus of the project at this point. The methodological research questions were always related to the development and revision of the Framework (Brauns & Abels, submitted a, submitted b, in prep., 2021).

After the techniques of validation have already been applied (Brauns & Abels, submitted a, submitted b, in prep., 2021), the criteria for validating the Framework for Inclusive Science Education will be implemented and reviewed in the further course of this paper.

4.2 QUALITY CRITERIA

In order to assess whether the Framework for Inclusive Science Education is valid, the mere extension of the categories by applying them to practice and the triangulation of the results are not sufficient. Döring and Bortz (2016), for example, list criteria such as intersubjective comprehensibility, indication, empirical anchoring, limitation, reflected subjectivity, coherence and relevance, on which they describe indications for implementation. Steinke (2010) lists inter-subject comprehensibility, indication of the research process, empirical foundation, coherence, relevance and Tracy (2010) lists worthy topic, rich rigor, sincerity, credibility, resonance, significant contribution, ethical, meaningful coherence. These different quality criteria need to be modified with regard to the research project and objectives (Mayring, 2014). For this reason, for the validation of the Framework for Inclusive Science Education, the quality criteria presented in the following from the literature were concretised through the specific implementation in the Nawi-In project.

Empirical foundation

Empirical foundation as a quality criterion describes the theoretical foundation of the Framework, the extent to which the results are justified on the basis of theoretical data and the methods used were selected on a theoretically sound basis (Döring & Bortz, 2016; Tracy, 2010). Since the categories of the Framework were originally derived systematically from the literature, the basic Framework was theoretically grounded. Both in the derivation of the Framework and in the application of the Framework to the data of the Nawi-In project, well-founded methods of qualitative research and for systematising the methodological approach were selected and applied (e.g., Fink, 2009; Kuckartz, 2018; Mayring, 2014). The results of the application of the Framework were continuously discussed on the basis of related research and theories (Brauns & Abels, submitted a, submitted b, in prep., 2021).

Reproducibility

Reproducibility includes the credibility and transparency of the research (Döring & Bortz, 2016; Mayring, 2014; Tracy, 2010). It requires that a research process is comprehensively documented so that external parties can understand and evaluate the entire process (Döring & Bortz, 2016; Steinke, 2010). This involves transparently presenting all methodological steps, (interim) results and challenges (Tracy, 2010). Moreover, the steps are not only presented, but the methodological decisions are also justified in terms of the concept of indication (Döring & Bortz, 2016). In deriving the categories, Brauns and Abels (2020) first present in full transparency the search strategy with the search terms, which results in specific databases and the selection process of the literature. This procedure was carried out systematically following Fink (2009) and documented and published in detail (Brauns & Abels, 2020). The rules of qualitative content analysis according to Kuckartz (2018) were applied in the data evaluation. In addition, the revision processes in deriving the categories from the literature were discussed. In the Framework 1.0 by Brauns and Abels (2020), all source references of the individual categories were also listed in order to make it comprehensible from which literature the individual categories were derived. Overall, both the comprehensive documentation of the derivation of the Framework and the Framework itself with its source references are available to the public as an open access contribution. The application of the Framework was also documented in detail, whereby at least one independent article was (or will be) formulated for each validation step of the Framework and also published in open access (Brauns & Abels, submitted a, submitted b, in prep., 2021). The data analyses took place in each case with careful application of the rules of qualitative content analysis according to Mayring (2014).

Reliability

Reliability includes confirmability, accuracy, reproducibility and rich rigor (Mayring, 2014; Tracy, 2010). For example, to increase the reliability of the results, the size of the sample or data is important and that data collection and analysis are carried out appropriately (Tracy, 2010). In addition, reliability can be achieved through intercoder reliability, where two coders, who have been sufficiently trained to use the Framework, code the same material with the Framework, and through accuracy (Mayring, 2014). In deriving the Framework, double coding with trained coders took place, which was compared, discussed and verified in an argumentative validation (Döring & Bortz, 2016). In addition, Brauns and Abels (2020) published guidance on the application of the Framework so that other researchers can also use it. This also includes that the main categories of the Framework were defined in the same paper and also coding rules to delimit the main categories. When applying the Framework, a defined part of the data was always coded by a second researcher to ensure intercoder reliability (Mayring, 2014). Subsequently, the results were validated using argumentative methods (Döring & Bortz, 2016). The cycle of review and discussion as well as the revision of the results took place in several loops, as presented in the respective articles (Brauns & Abels, submitted a, submitted b, in prep., 2021). In this way, the results become more and more reliable and accurate.

Coherence and limitations

Coherence describes how consistent and free of contradictions the results are (Steinke, 2010). In addition, it verifies whether the methods fit the objectives, research questions and results of the study and whether these have been meaningfully linked to the literature (Tracy, 2010). In addition, the limitations describe under which conditions the results can be generalised and to what extent the generalisation is limited (Döring & Bortz, 2016). It can be helpful to contrast cases or present extreme cases (Steinke, 2010). In deriving the categories, the coherence of the categories of the Framework, whereby the categories should be disjunctive, was provisionally justified in an argumentative process (Brauns & Abels, 2020). In the same process, it was pointed out that through application to practice (Lamnek & Krell, 2010), further action was needed to verify how disjunctive the categories actually were. The application to practice then resulted in further implications, which are implemented in this paper with the revision of the Framework. In this way, coherence is created in the Framework 2.0. Both in the creation and the application of the Framework, the limitations were listed that with the Framework, the inclusive approaches of science education can be identified. Nevertheless, the Framework cannot confirm whether a science lesson is actually inclusive in the sense that we would know if all students participated (Brauns & Abels, 2020).

Transferability

Transferability answers the question of the extent to which the findings can be generalised to other theories or fields (Tracy, 2010). Because the Framework is a link between science characteristics and inclusive implementation, it shows that some inclusive approaches that are not science specific (e.g., supporting the application of scientific research methods through group work) are potentially transferable to other subjects. Nevertheless, the Framework was developed specifically for inclusive science education and is therefore most suitable for this subject area.

In addition, the Framework can be used in both pre- and in-service education. Furthermore, the Framework can be used to plan, reflect and analyse inclusive science teaching. The application of the Framework in the Nawi-In project has shown that the Framework can be used to analyse different data (e.g., transcribed audiographies, videographies) based on different goals (e.g., lesson perception, planning competence, action competence).

Relevance

Does the research achieve practical relevance and thus make a significant contribution (Döring & Bortz, 2016; Mayring, 2014)? This includes that the contributions are contemporary and interesting (Tracy, 2010) or also that problems are solved (Mayring, 2014). The derivation of the Framework is justified by the inclusion claim for its implementation in education (van Mieghem et al., 2020). In Brauns and Abels (2020), it is also explained in a well-founded man-

ner why the connection between science teaching and inclusion was initially conceived theoretically and then filled with content and concretised through the Framework. With the derivation of the inclusive science categories and the systematisation in the Framework, a desideratum was closed with the work in Brauns and Abels (2020). In addition, the derivation of the Framework from the literature showed where there were research gaps that could be increasingly limited through the application and further development of the Framework. The relevance of the Framework is demonstrated by the applicability in inclusive science education research, but also by creating means to enable all students to participate more likely in science education. In order to achieve this goal, the Framework is therefore an essential contribution to the education and professional development of (becoming) teachers. In this context, the Framework is the basis for a handbook for designing and reflecting on inclusive science lessons.

Reflective subjectivity

Self-reflexivity refers to the awareness of subjective “values, biases, and inclinations of the researcher(s)” (Tracy, 2010, p. 840). In this process, the analysis process is accompanied by self-observation and the researcher’s own position is repeatedly questioned (Döring & Bortz, 2016; Mayring, 2014). When the Framework was derived from the literature, the researchers’ expertise in inclusive science education was not as developed as it is now. For this reason, for example, important search terms were not used in an initial search. For the work in Brauns and Abels (2020), the original search was therefore revised and re-conducted to derive the Framework. Reflective subjectivity is particularly relevant in the application of the Framework, as the researchers who created the Framework have extensive knowledge of the categories as opposed to external or other researchers who intend to use the Framework. Due to different levels of knowledge, which can only be adjusted with a high effort, intercoder approaches for verifying quality can be difficult.

Ethics

“The research considers Procedural ethics (such as human subjects), Situational and culturally specific ethics, Relational ethics, Exiting ethics (leaving the scene and sharing the research)” (Tracy, 2010, p. 840). In order to legitimise the ethical soundness of the Nawi-In project and the development and application of the Framework, the research of the Nawi-In project was approved by the Ethics Committee of the Leuphana University, which follows the *Guidelines for Safeguarding Good Research Practice* of the German Research Foundation (DFG, 2019). In addition, the Nawi-In project was approved by the relevant school authority for data collection in schools. The school management, teachers, student teachers, guardians and students were comprehensively informed about the use of the data and their rights, and with the written declaration of consent they voluntarily agreed to make the data available confidentially and anonymised for research and teacher education.

5. RESULTS

In order to ensure the quality criteria for the Framework 2.0, the revision process of the Framework when applied to practice (Brauns & Abels, submitted a, submitted b, in prep., 2021) is presented further on. For this purpose, the inductively derived categories of the different data analyses are presented, as these give a substantial insight into the further development of the Framework 1.0. In addition, the implications that were gathered during the application to the data in the Naw-In project are listed. These implications led to the increase of the quality of the Framework. Finally after the specification of the validation process, the revised Framework 2.0 is described and discussed.

5.1 DEVELOPMENT OF THE INDUCTIVELY DERIVED CATEGORIES

Originally, a total of $n=935$ categories were derived from the literature, of which $n=16$ formed the main categories (Brauns & Abels, 2020). Each time the Framework 1.0 was applied to practice, additional categories were derived from the data, which led to the expansion of the Framework (fig. 3). Altogether, 399 categories were added to the original Framework for Inclusive Science Education.

In addition, as different data and different sample sizes were present in the individual analyses, the proportions of inductive and deductive categories are compared in figure 2. The largest proportion of inductive categories, 40 %, was coded from the video vignette. 11 % of the coded categories in the VSRef were inductive categories and 23 % were inductive categories in the classroom videos.

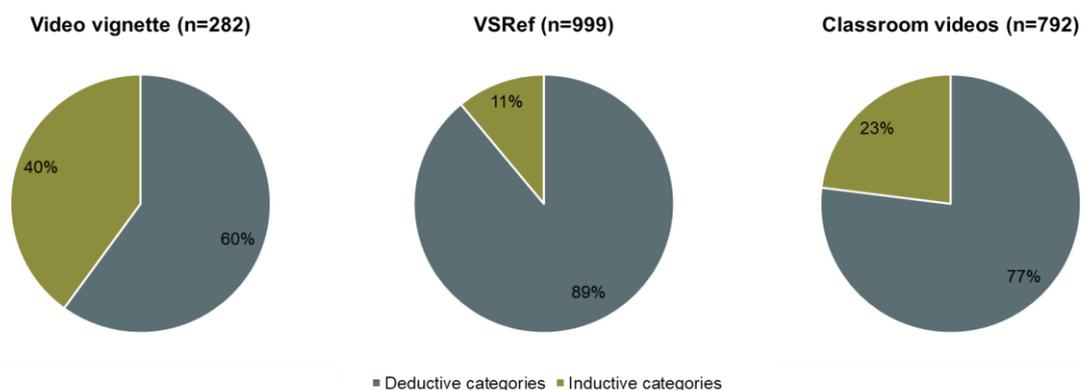


Fig. 3. Proportions of the inductive categories after the validation steps on practice

There were no changes in the main categories when applied to practice. Mainly codes and most often subcodes were inductively derived from the different data (fig. 4.). For the comparability of the inductive categories at the levels of the Framework, the proportions of the coded categories are listed again.

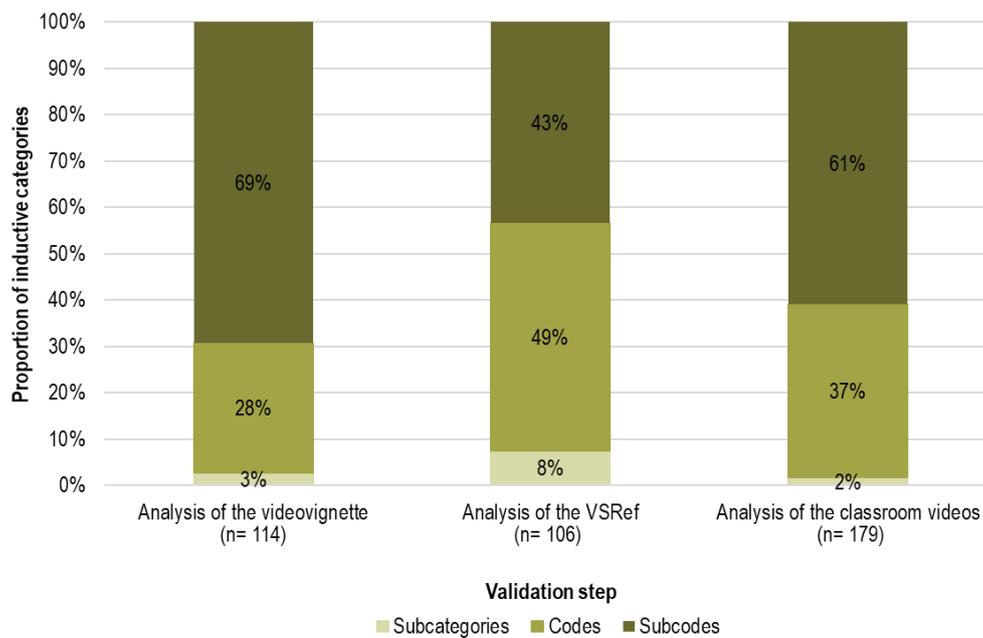


Fig. 4. Distribution of inductive subcategories, codes and subcodes at the different analysis times and data materials (Brauns & Abels, submitted a, submitted b, in prep., 2021)

The distribution of the inductive categories among the main categories of the Framework 1.0 shows which inclusive design of scientific characteristics was mainly addressed in the VSRef and classroom videos. Furthermore, it demonstrates which categories were particularly refined. The four main categories with the most inductively derived categories are (10.) *Creating inclusive generation of hypotheses and research questions* with n=65 categories, (13.) *Creating inclusive application of scientific research methods* with n=62 categories, (15.) *Creating inclusive data evaluation and result presentation* with n=57 categories and (5.) *Creating inclusive scientific contexts* with n=45 categories (fig. 5, p. 13). The 13th category already was one of the categories with a lot of codings derived from the literature (fig. 5, p. 13) (Brauns & Abels, 2020). These were mainly addressed in the VSRef and classroom videos, which increases the likelihood that more inductive categories are derived Brauns & Abels, submitted a, submitted b, in prep., 2021). In the other three categories with the most inductively derived categories there were rather fewer indications given in the literature for the inclusive design of these scientific characteristics. Through the application of the Framework these categories could be considerably expanded. Especially the main category on the inclusive design of scientific contexts, which was very rarely addressed in the literature and research, could now be considerably extended.

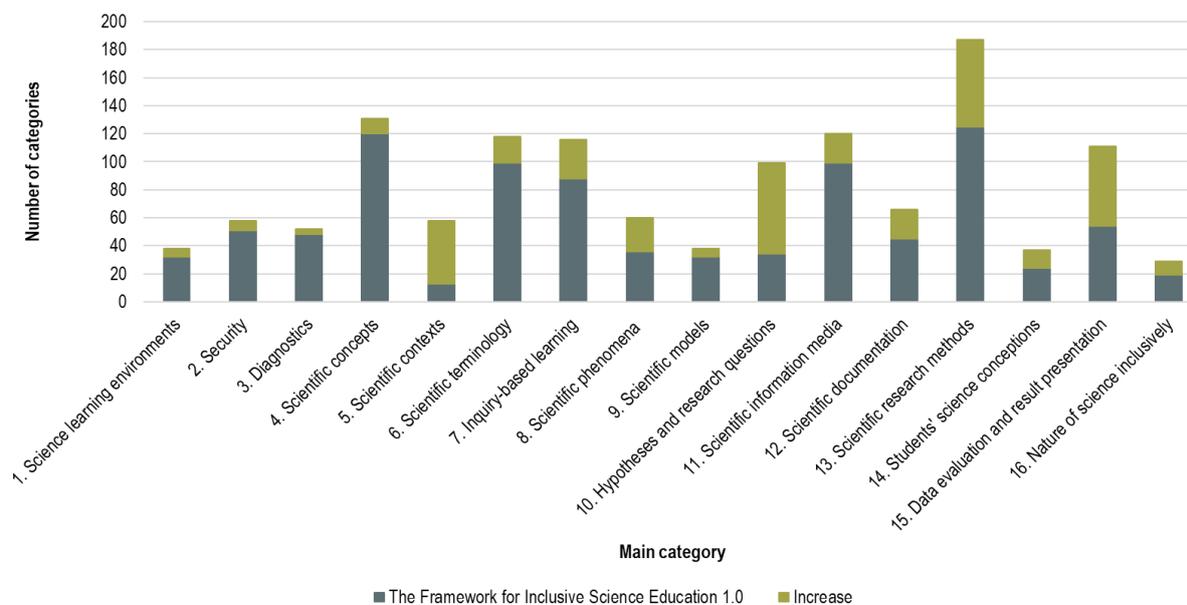


Fig. 5. Addition of inductive categories per main category of the Framework 1.0 (expanded from Brauns & Abels, 2020)

Overall, the application of the Framework 1.0 to practice has considerably extended the categories of the Framework, and it is evident that at the subcode level in particular, the categories have been inductively enhanced. These results are used to revise the Framework 1.0, which leads to the Framework 2.0 presented below.

5.2 IMPLICATIONS FOR CHANGE

The implications for revising and redesigning the Framework for Inclusive Science Education 1.0 were compiled from the application of the Framework to practice by the researchers of the Nawi-In project, as well as from final theses and discussions of student teachers who have also applied the Framework. In each case, the implications justify changes for the redesign of the Framework.

Simplifying the structure

Due to the large scope of the original Framework, it was challenging for researchers not involved in the Nawi-In project to apply the Framework. Consequently, training with the Framework 1.0 was time-consuming. For this reason, the structure of the Framework 1.0 was to be simplified. This was implemented by unifying the structure. This means that subcategories and codes per main category were mainly unified through the Framework 2.0.

Creating an overview

In order to better navigate the extensive Framework 2.0 and to better provide training to others on the Framework, student teachers have requested a simplified overview in addition to the Framework. This overview is provided in the course of the revision of the Framework. It

shows the scientific characteristics of the main categories and the recurrent inclusive approaches at the subcategory and code level (tab. 1, p. 20).

Review and extension of the code level

Through the inductive extension of the Framework 1.0 when applied to the data of the Nawi-In project, it has become apparent at the code level that some inclusive approaches were to be found under several science characteristics (e.g., *Enabling ... with visual support, Enabling ... with experiments, ...*). For this reason, the structure could be standardised for the same codes, which has led to simplification. In addition, inclusive approaches were added as potential codes for further science characteristics in order to make the code level more uniform among all main categories. Thus, a great benefit of the Framework 2.0 is its predictive nature on inclusive approaches that were not thought of yet.

Removal of the subcategories on different levels of requirements

The subcategory on different levels of requirements under each main category showed that the codes and subcodes were not disjunctive to other categories of the Framework, e.g., *Enabling learning with scientific information media on an easy level ... (11.7.1)* (Brauns & Abels, 2020, p. 69-72):

<i>... by visualisations (11.7.1.1)</i>	vs.	<i>Developing visual scientific information media (11.1.11)</i>
<i>... by structuring aids (11.7.1.2)</i>	vs.	<i>Supporting learning with scientific information media by structuring (11.1.11)</i>
<i>... by avoiding scientific terminology (11.7.1.3)</i>	vs.	<i>... by avoiding unnecessary scientific terms (11.3.1.1)</i>
<i>... by simple speech (11.7.1.4)</i>	vs.	<i>Supporting learning with scientific information media with linguistic simplification (11.3.6)</i>

For this reason, all categories for the different requirement levels were deleted.

Removal of the main and subcategories addressing the science learning environment

The analyses have shown that the science learning environment should be superior to the Framework. Teachers usually have no direct influence on the nature of the science learning location, i.e., a classroom or a laboratory. In addition, the science learning location as a main category does not change over a complete lesson and as a subcategory does not change in relation to certain science characteristics. This was shown, for example, in the analysis of the video vignette in the Nawi-In project, where the main category of the learning location was coded over the entire vignette (Brauns & Abels, 2021b). These reasons led to the removal of the main category 'science learning environment' (fig. 6, p. 15).

1. Developing inclusive science learning environments	2. Adapting security for inclusive education	3. (Developing inclusive) diagnostics for scientific specifics	4. Teaching scientific concepts inclusively	5. <u>Creating inclusive scientific contexts</u>	
16. Teaching the understanding of nature of science inclusively	THE FRAMEWORK FOR INCLUSIVE SCIENCE EDUCATION			6. Teaching scientific terminology inclusively	
15. <u>Creating inclusive data evaluation and result presentation</u>				7. Creating inclusive inquiry-based learning	
14. Developing students' science conceptions inclusively				8. Teaching scientific phenomena inclusively	
13. Creating inclusive application of scientific research methods	12. Creating inclusive scientific documentation	11. Developing inclusive scientific information media	10. Creating inclusive generation of hypotheses	10. Creating inclusive generation of research questions	9. Teaching scientific models inclusively

Fig. 6. The Framework for Inclusive Science Education adaptations

Removal of the main category addressing inquiry-based learning

For the main category of inquiry-based learning, it has been shown that a science lesson can only be classified as inquiry-based learning in a superordinate way (fig. 6). In order to identify inquiry-based learning, many aspects of the lesson have to be taken into account, for example, the phases of the 5E-model according to Bybee et al. (2006) (Engagement, Exploration, Explanation, Elaboration, Evaluation), which can extend over a complete lesson. For this reason, the categories for inquiry-based learning could only ever be applied to whole lesson videos. Therefore, it turned out that the categories were not always disjunctive, for example (Brauns & Abels, 2020, p. 62):

Creating inquiry-based learning inclusively ... by help cards for the experimental setup (7.1.1.1)

vs.

Creating application of scientific research methods ... by help cards with sketches of the structure of the experiment (13.1.10.4)

Separation of scientific questions and hypotheses as a main category

When applying the Framework 1.0 to the classroom videos as well as to the VSRef, it became clear that scientific questions and hypotheses are often addressed one after the other as separate or single steps. Therefore, this main category was divided into two for the Framework 2.0 (fig. 6).

Further implications

Moreover, the application of the Framework 1.0 drew attention to further individual categories that were not disjunctive (fig. 6). For example, *oral accesses* were to be combined with approaches *in dialogue* and *independent elaboration* was to be integrated as an approach to the *open design of a science characteristic*. In addition, it became clear during the application of the Framework 1.0 that there are generally inclusive approaches (e.g., *enabling via linguistic simplification, supporting as a learning guide*, etc.) and science-typical inclusive approaches

(e.g., *enabling model-based, enabling experimentally*) in the Framework. In order to clarify the science-characteristic nature of the Framework once again, science-typical inclusive approaches are highlighted in the overview by underlining (tab. 1, p. 20).

Implications we decided against

Implications we decided against included, for example, the separation of science characteristics and inclusive approaches. This has only been adopted for the simplified overview in this paper. For Framework 2.0, it was important for us to clarify the connection of the scientific with the inclusive implementation as the goal of the creation of the Framework.

In addition, it was suggested to remove the subcode level in order to reduce the scope of the Framework. However, we see the subcode level in particular as important, because this level is often missing in the literature although it no longer leaves open questions of concrete implementation. For this reason, the subcode level was retained and simplifications were implemented through an overview and a unified structure.

5.3 THE FRAMEWORK FOR INCLUSIVE SCIENCE EDUCATION 2.0

The new and revised Framework for Inclusive Science Education 2.0 has a total of n=2117 categories, which, as in the first version of the Framework, are distributed from the main category level, through the subcategories, codes to the subcodes on a total of four levels of abstraction. This means that 1182 categories were added to the Framework during the validation process. These categories were derived inductively and added by expanding the subcategory with possible categories.

There are n=15 main categories (fig. 7, p. 17). Due to the adaptations described in the previous section 4.2, there is one main category less in Framework 2.0 in terms of total number. No further categories have been added for the science learning environment and inquiry-based learning as these categories are no longer present in Framework 2.0.

1. Adapting security for inclusive education	2. Developing (inclusive) diagnostics for scientific specifics	3. Teaching scientific concepts inclusively	4. Creating inclusive scientific contexts	5. Enabling the development of scientific terminology inclusively
...	THE FRAMEWORK FOR INCLUSIVE SCIENCE EDUCATION 2.0			6. Teaching scientific phenomena inclusively
15. Teaching the understanding of nature of science inclusively				7. Teaching scientific models inclusively
14. Creating inclusive data analysis and presentation of results				8. Creating inclusive generation of research questions
13. Developing students' science conceptions inclusively	12. Creating inclusive application of scientific research methods	11. Creating inclusive scientific documentation	10. Developing inclusive scientific information media	9. Creating inclusive generation of hypotheses

Fig. 7. The Framework for Inclusive Science Education 2.0

Each main category has a total of n=12 subcategories (fig. 8, p. 18). In Framework 1.0, the number of subcategories was different in each main category. The number of codes around n=90 in every main category of the Framework 2.0³. The same number of categories for these levels – subcategories and codes – is due to the fact that these levels were theoretically further developed and systematised with potential categories. This means that approaches that have proven successful in the application of the Framework to different scientific characteristics were initially assumed to be theoretically applicable to other scientific characteristics. Therefore, the numbers of codes in the main categories are now the same (despite one exception), whereas previously there were large differences in the numbers of codes. Overall, there is a considerable increase in the number of codes.

³ Only category 12 (Creating inclusive application of scientific research methods) has n=100 codes, as more codes could be derived from the data.

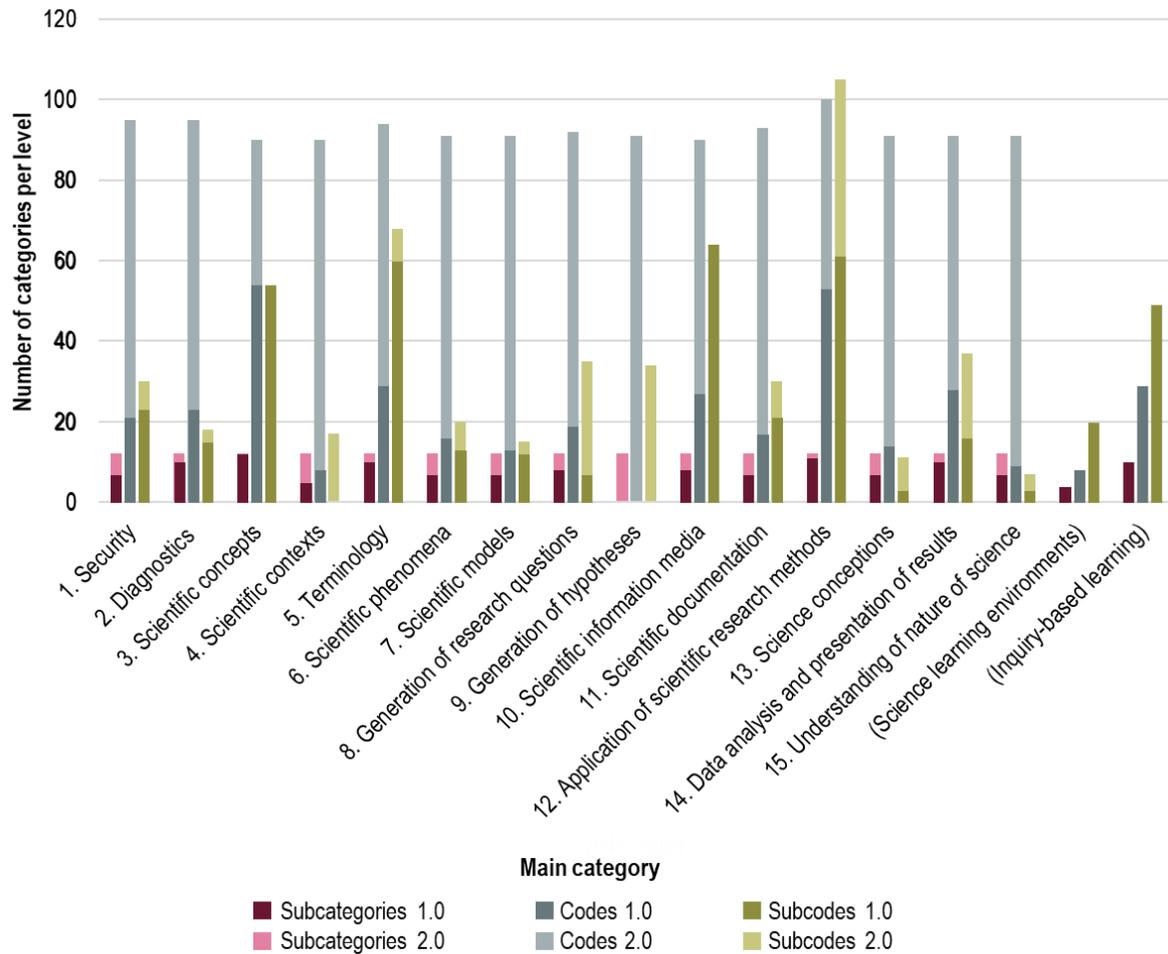


Fig. 8. Distribution of the categories of the Framework 2.0

At the subcode level, the concreteness of the implementation notes meant that only categories derived from either the literature or the data from the Nawi-In project were listed. For this reason, there is a wide range in the number of categories at this level. *Category 15. Teaching the understanding of nature of science inclusively* has the fewest subcodes with $n=7$. Main categories with the most subcodes include *(12.) Creating inclusive application of scientific research methods* with $n=105$ subcodes, *(5.) Enabling the development of scientific terminology inclusively* with $n=68$ subcodes and *(10.) Developing inclusive scientific information media* with $n=64$ subcodes. Especially categories on *(8.) the generation of research questions*, *(9.) the generation of hypotheses*, *(12.) research methods* and *(14.) data analysis* gained high number of subcodes. The adaptation of a general structure that extends through the entire Framework 2.0 can be seen in the descriptive statistics (fig. 8), at the subcategory and code level, because of the fact that the numbers of categories at these levels are approximately equal. To unify the structure, the inclusive approaches of the science characteristics were compared and summarised at these levels.

In this way, the recurring structure emerged, which is presented in the overview table of the Framework 2.0 (tab. 1, p. 20). In the first row, the scientific characteristics (e.g., technical language, hypotheses, scientific student conceptions, etc.) are presented. The first column shows the inclusive approaches at the subcategory level (e.g., material-guided, addressing different senses, etc.). The more concrete approaches of the code level (e.g., visual, phenomena-based, etc.) are shown in the connection between the scientific characteristics and the inclusive implementation. This structure has been presented in a minimalist way in order to make the overview as simple as possible and to be able to search or look up the more precise formulations with the help of the keywords in Framework 2.0.

Tab. 1. Overview of the Framework 2.0 (underlined Codes=scientific)

Main Category Level	Subcategory Level	Code Level	
1. Adapting security ... 2. Developing (inclusive) diagnostics for scientific characteristics ... 3. Teaching scientific concepts ... 4. Creating scientific contexts ... 5. Enabling the development of scientific terminology ... 6. Teaching scientific phenomena ... 7. Teaching scientific models ... 8. Creating inclusive generation of research questions ... 9. Creating scientific hypotheses ... 10. Developing scientific information media ... 11. Creating scientific documentation ... 12. Creating the application of scientific research methods ... 13. Developing students' scientific conceptions ... 14. Creating data evaluation and presentation of results ... 15. Teaching the understanding of Nature of Science materially guided	... through figures	
		... through (tip) cards, templates, etc.	
		... <u>through protocols etc.</u>	
		... through tables	
		... through graphic organisers	
		... text-based	
		... <u>model-based</u>	
		... through enlargements or enlarged materials	
		... through material tables etc.	
		... on whiteboards etc.	
		... through <u>real objects</u>	
		... by addressing different senses	... visually
			... olfactorically
			... gustatorilly
			... tactilely, vibrating, tangible, Braille, etc.
... acoustically			
... action-oriented	... through <u>modelling</u>		
	... through play		
	... through <u>building, construction, etc.</u>		
	... <u>through experimentation, trial and error, observation, etc.</u>		
	... through collecting		
	... through station work		
	... through demonstrating activities, showing off, etc.		
	... through <u>comparing, contrasting, sorting, ordering, etc.</u>		
	... through mnemonic strategies		
... based on cognitive support	... through examples, analogies, references, etc.		
	... in relation to everyday life, etc.		
	... context-based		
	... problem-based		
	... <u>phenomenon-based</u>		
	... <u>concept oriented</u>		
	... <u>in a pre-knowledge/conception-based way</u>		
	... rule-based		
	... through justification through relevance		
	... <u>through Nature of Science</u>		
	... through control strategies		
	... through reading strategies		
	... based on linguistic support	... multilingually	
		... through everyday language	
		... <u>through technical language</u>	
... through sign language			
... through linguistic simplifications			
... through content support			
... through grammatical support			
... through word memory			

Main Category Level	Subcategory Level	Code Level
1. Adapting security ... 2. Developing (inclusive) diagnostics for scientific characteristics ... 3. Teaching scientific concepts ... 4. Creating scientific contexts ... 5. Enabling the development of scientific terminology ... 6. Teaching scientific phenomena ... 7. Teaching scientific models ... 8. Creating inclusive generation of research questions ... 9. Creating scientific hypotheses ... 10. Developing scientific information media ... 11. Creating scientific documentation ... 12. Creating the application of scientific research methods ... 13. Developing students' scientific conceptions ... 14. Creating data evaluation and presentation of results ... 15. Teaching the understanding of Nature of Science digitally	... through videography
		... through films, programmes, etc.
		... through audio books
		... through PCs, smartphones, tablets, cameras, etc.
		... through apps, computer programmes, etc.
		... through the Internet
		... through simulations, animations, etc.
		... by using beamers, LCD projectors, etc
	... communicatively	... orally, in dialogue, etc.
		... in individual work
		... in partner work
		... in group work
		... in plenary
		... as a learning support
	... as a (multi-professional) team	
... through different degrees of openness	... in a closed, confirming way, etc.	
	... in a semi-open, structured, accompanying way, etc.	
	... in an open, independent way, etc	
	... by creating transitions	
... at different levels of abstraction	... on an elementary, material, naive-concrete, etc. level	
	... on a symbolic level	
	... on an abstract, sub-microscopic level	
	... by creating transitions	
... in a reflective way	... through discussion	
	... through individual world views, constructions, beliefs	
	... by recognising limits	
	... by confronting with a professional perspective	
	... through awareness	
... in a constructive learning atmosphere	... through verifying	
	... multiculturally	
	... through inquiry-based learning	
	... through classroom management strategies	
	... in a gender-neutral way	
	... in a student-centred way, starting from the students, etc.	
	... in a motivating way	
	... in an appreciative manner	
	... with enough time	
	... with patience	
	... with flexibility	
	... with a positive error culture	
... with a sense of community		
... with fear reduction		
... with consideration		

In order to present the Framework 2.0 in the best possible way, this time the Framework is provided as an extra Excel file for download (www.leuphana.de/inclusive-science-education). In this file, the Framework 2.0 is shown in both English and German. In order to clarify which categories were already present in the original Framework, which categories were developed through the application to practice in the Nawi-In project and which categories were anticipated for the inclusive design of the science characteristics, we applied different markings (see Excel appendix).

6. DISCUSSION

Are the validation techniques legit?

The validation on practice through data triangulation (Flick, 2019; Lamnek & Krell, 2010) has shown to be useful to relate the validation process to the goals and data of the Nawi-In project as recommended in the literature (Stasik & Gendzwitt, 2018). In this way, the Framework could be economically validated and further revised, while the Framework itself could be used to analyse the professional competencies related to inclusive science education. By anchoring both strands (fig. 2, p. 5), no additional data had to be collected and analysed for the revision of the Framework.

It is striking that in the analysis of the VSRef, a larger proportion of inductive categories was derived at the code level than at the subcode level (Brauns & Abels, submitted c). This illustrates that either the degree of abstraction of the connection between science and the inclusive implementation in the VSRef was presented less concretely or the student teachers mainly expressed aspects in the VSRef that were already derived and intended through the literature review and the application of the Framework to the video vignette. In addition, the considerable proportions of the categories at the subcode level of each video analysis show how rich in content videos are and how concrete actions can be derived from them. Since practice is individual and diverse, almost endless subcategories can be derived from classroom videos.

Thus, the development of the inductive categories shows that videos are particularly suitable for expanding the categories. As different data and different sample sizes were present in the individual analyses, the proportions of inductive and deductive categories are compared in figure 2 (p. 5). The largest proportion of inductive categories, 40%, was coded from the video vignette. This result can be explained by the fact that in each subsequent analysis the Framework had already been expanded, so that fewer new categories were added. However, it is striking that the proportion of inductive categories is greater in the analysis of the classroom videos than in the analysis of the VSRef. The advantage of videos is their richness of information (Tuma et al., 2013).

To what extent has the quality of the Framework increased?

In general, the review of the quality criteria shows that they were met in the application and revision of the Framework. The reproducibility for verifying the quality is enhanced by the fact that both the derivation of the Framework from the literature and all validations on practice were presented in detail and published open access. In terms of reliability, the data in a research project has to be allowed to be used by a second person, for example, to obtain double coding for intercoder reliability (Döring & Bortz, 2016; Mayring, 2014). Despite the fact that the Framework 2.0 has an even larger scope than the original Framework 1.0, changes have been made (e.g., the overview table, uniform structure) to make it easier to apply. The subcodes already provide extensive concrete guidance for the implementation of inclusive science education, while there are still large gaps, especially in the categories with fewer subcodes. The fact that in fourteen main categories the number of subcodes is lower than the number of codes also shows that especially on the most concrete level there are gaps. These can be successively closed by analysing classroom videos with different focuses, i.e., different main categories need to be addressed. The extent to which this has been achieved will become apparent in the further application of Framework 2.0 through further data analysis. By incorporating the implications for categories that were not previously definable, the results of Framework 2.0 became free of contradictions (Steinke, 2010). This was achieved as a consequence of the unified structure which made it possible to verify precisely up to the code level whether the categories were disjunctive from each other. Further confirmation of the coherence will also be provided by continued application of the Framework 2.0.

To what extent are the inclusive approaches also evident in other frameworks?

In addition, the Framework 2.0 continues to make a relevant contribution to research on inclusive science education. There is still no comparable framework that summarises the connection between the characteristics of science and inclusive pedagogy and yet depicts it in a concrete and systematised way. Moreover, frameworks for the implementation of inclusive teaching (e.g. Florian, 2014; Soukakou et al., 2014) only cover a part of the inclusive approaches of the comprehensive Framework 2.0. For example, the European Agency for Special Needs and Inclusive Education (2017, p. 7) lists the following categories:

- Overall welcoming atmosphere
- Inclusive social environment
- Child-centred approaches
- Child-friendly physical environment
- Materials for all children
- Opportunities for communication for all
- Inclusive teaching and learning environment
- Family friendly environment

These categories are an example of how most frameworks always leave questions open as to what teachers can specifically do to create an inclusive lesson. For example, what are ‘Materials for all children’? The Framework 2.0 provides a complete main category that describes how science information media can be designed inclusively. In addition, the Framework 2.0 does not only deal with materials, phenomena or models etc., but also with actions (e.g., phrasing hypotheses, applying scientific research methods) and describes concretely how these can be implemented inclusively.

Why is the subcode level legit?

Nevertheless, the concreteness of Framework 2.0 results in an enormous volume of categories, which is why it should be discussed to what extent a reduced Framework would operationally make sense. According to Mayring (2015), saturation should occur after 10-50 % of the data to be analysed. However, the descriptive statistics show that saturation has still not been reached at the subcode level. While the aim of inductive generation in qualitative research is usually to find generally valid categories, the Framework 2.0 fulfils other aims. “It has to be checked [...] whether the level of abstraction is adequate to the subject matter and aims of analysis” (Mayring, 2015, p. 375). As before, the summarising categories at the main and subcategory level leave questions open as to how science education can be implemented inclusively (Brauns & Abels, 2020). Only with the help of the concrete (sub-)codes, the Framework 2.0 can advance the conceptual and operational understanding of the connection between science and inclusive implementation in a comprehensible and transparent way for others. In addition, only in this way, the Framework 2.0 can function as a guide for student teachers and teachers, so that they receive examples, which they can directly implement in practice.

To what extent does the Framework 2.0 reflect the connection between science characteristics and inclusive pedagogy?

Overall, it appears that the connection of science characteristics with inclusive pedagogy would be interchangeable with the characteristics of other subjects in some places. This is evident in those approaches that are generally inclusive, as described earlier in the findings. This could lead to the assumption that the Framework 2.0, like other frameworks of inclusive education (e.g. Florian, 2014; Soukakou et al., 2014), would be separable from the science characteristics and could be formulated as a general, subject-unspecific Framework. This is where we see the risk in using the Framework 2.0 for both planning and researching inclusive science education. The fact that the inclusive approaches are each assigned to a characteristic science subject is an added value for structuring lesson planning and research. For example, if teachers use experiments in their lessons, they can use the Framework 2.0 to specifically plan the inclusive implementation of the experiments. In research, focussing is possible in a similar way.

7. IMPLICATIONS AND LIMITATIONS

The revised and extended structure of Framework 2.0 has created more possibilities for integrating the Framework into teacher education and research. First of all, the overview table can be used. At first glance, the main inclusive approaches to the different science characteristics can be identified. The overview can be used, for example, as an introduction in teacher education, in short professional development courses with rather little time and as an introduction to the education of other researchers. After the introduction via the overview table, it is possible to go deeper into the Framework 2.0 with the Excel file. In this file, further approaches on the code level are listed and the subcode level is also shown. With the complete Framework 2.0, it is possible, as with the previous version, to view or apply the Framework either in fragments or as a whole. This means that, for example, only a certain main category can be considered. In this way, the focus is placed on a certain scientific characteristic and the categories of the other levels are optionally included for this feature. In addition, it is possible to use all scientific characteristics, i.e., all main categories. Optionally, other levels (subcategory level, code level, subcode level) can be included. Overall, the Framework for Inclusive Science Education 2.0 makes it possible to plan, reflect and research inclusive science education intensively.

The original Framework displayed the desiderata of the research in inclusive science education, which was at the same time, because of the gaps, a limitation of the Framework. The revision of the Framework has now reduced the limitations in describing, how inclusive science education can be implemented through greater saturation. However, it is still not possible with Framework 2.0 to make a final judgment as to whether a lesson with a variation of inclusive science characteristics implemented actually leads to participation of all students. With the Framework 2.0, it is rather the aim to systematically map the inclusive approaches to science education. Normative assumptions must still be made or data on student participation has to be added and investigated.

8. OUTLOOK

In the further course of the validation process, the Framework 2.0 is next applied to the analysis of the Video Stimulated Recalls (VSR). In the VSRs, the student teachers reflect on their own classroom videos with regard to inclusive science aspects. With the help of the Framework 2.0, the audiographed and transcribed VSRs are analysed to determine which inclusive science characteristics the student teachers notice in their own teaching videos. In doing so, their perception is analysed in terms of professional vision (Sherin, 2007). The application of the Framework 2.0 for the analysis of the VSR describes a further validation on practice (fig.

2, p. 5). The applicability – or more precisely the reliability and coherence – of the Framework is reviewed again.

In terms of the transferability of the Framework 2.0, colleagues from other subjects are welcome to transfer the Framework to their subjects in the future. In the first step, the characteristics of other subjects need to be identified. The next step would be to check which inclusive approaches could be related to the other subject characteristics and where adaptations would be needed.

ACKNOWLEDGEMENTS

This work was funded by the German Federal Ministry of Education and Research (no. 01NV1731). We are thankful to Lea Heyden, Jennifer Rao-Williams and Elisabeth Hofer for supporting the work methodically and by reviewing.

APPENDIX

The Framework 2.0 Excel file is available for download on www.leuphana.de/inclusive-science-education



REFERENCES

- Abels, S. (2015). Scaffolding inquiry-based science and chemistry education in inclusive classrooms. In Yates, N. L. (Ed.), *New Developments in Science Education Research* (pp. 77-95). New York: Nova Science Publishers.
- Abels, S., Brauns, S., & Egger, D. (2020). Forschendes Lernen im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht. *IMST Newsletter*, 50, 10–14. https://www.imst.ac.at/files/ueber_imst/oeffentlichkeitsarbeit/imst_newsletter_50_final.pdf
- Adesokan, A., & Reiners, C. S. (2015). Lehr- und Lernmaterialien zur Einführung naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen bei Schülerinnen und Schülern mit Hörbeeinträchtigung. *Chemie Konkret*, 22(4), 162–172. <https://doi.org/10.1002/ckon.201410250>
- Affeldt, F., Siol, A., Markic, S., & Eilks, I. (2018). Neue Ansätze zur Differenzierung im Schülerlabor: Paralleltitel: Differentiation in experimental work in non-formal learning environments. *Chemie Konkret*, 25(7), 1–8. <https://doi.org/10.1002/ckon.201700502>
- Baumann, T., Kieserling, M., Struckholt, S., & Melle, I. (2018). Verbrennungen - Eine Unterrichtseinheit für inklusiven Unterricht. *Chemie Konkret*, 25(4), 160–170. <https://doi.org/10.1002/ckon.201800016>
- Black-Hawkins, K. (2010). The Framework for Participation: a research tool for exploring the relationship between achievement and inclusion in schools. *International Journal of Research & Method in Education*, 33(1), 21–40. <https://doi.org/10.1080/17437271003597907>
- Blanchard, M. R., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A., & Granger, E. M. (2010). Is Inquiry Possible in Light of Accountability? A Quantitative Comparison of the Relative Effectiveness of Guided Inquiry and Verification Laboratory Instruction. *Science Education*, 94(4), 577-616. <https://doi.org/10.1002/sce.20390>

- Bodzin, A. M., Waller, P. L., Edwards, L., & Darlene Kale, S. (2007). Investigating the Use of Inquiry & Web-Based Activities with Inclusive Biology Learners. *American Biology Teacher*, 69(5), 273-279. <https://doi.org/10.2307/4452156>
- Booth, T., Ainscow, M., & Kingston, D. (2006). *Index for Inclusion: Developing Play, Learning and Participation in Early Years and Childcare*. Centre for Studies on Inclusive Education.
- Brauns, S., & Abels, S. (in prep.). Pre-Service Teachers Implementing the Characteristics of Inclusive Science Education in their Classroom Videos. *RISTAL*.
- Brauns, S., & Abels, S. (submitted a). Analysing Pre-service Teachers' Classroom Videos with the Framework for Inclusive Science Education. *International Journal of Inclusive Education*.
- Brauns, S., & Abels, S. (submitted b). Analysing Pre-Service Teachers' Video-Stimulated Recalls with the Framework for Inclusive Science Education. *Science Education*.
- Brauns, S., & Abels, S. (submitted c). Validating the Framework for Inclusive Science Education by Analysing Pre-Service Teachers' Video-Stimulated Reflections. *International Journal of Science Education*.
- Brauns, S., & Abels, S. (2020). The Framework for Inclusive Science Education. *Inclusive Science Education, Working Paper, 1/2020*, 1–145. www.leuphana.de/inclusive-science-education
- Brauns, S., & Abels, S. (2021a). Die Anwendung naturwissenschaftlicher Untersuchungsmethoden inklusiv gestalten – Naturwissenschaftsdidaktische Theorie und Empirie erweitern mit dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU). *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 27, 231-249. <https://doi.org/10.1007/s40573-021-00135-0>
- Brauns, S., & Abels, S. (2021b). Videoanalyse mit dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU). *Progress in Science Education*, 4(2), 71–84. <https://doi.org/10.25321/prise.2021.114>
- Brauns, S., Egger, D., & Abels, S. (2020). Forschendes Lernen auf Hochschul- und Unterrichtsebene beforschen. *Transfer Forschung ↔ Schule*, 6, 201–211.
- Broad, B. (2017). So Many Data, So Much Time: Living with Grounded Theory in a Rhetorical Autoethnography. In S.-A. Mirhosseini (Ed.), *Reflections on Qualitative Research in Language and Literacy Education* (pp. 91–104). Springer International Publishing.
- Bybee, R. W., Taylor, J., Gardner, A., van Scotter, P., Carlson Powell, J., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications*. BSCS.
- Collier, S., Burston, B., & Rhodes, A. (2016). Teaching STEM as a Second Language: Utilizing SLA to Develop Equitable Learning for All Students. *Journal for Multicultural Education*, 10(3), 257–273. <https://doi.org/10.1108/JME-01-2016-0013>
- DFG. (2019). *Guidelines for Safeguarding Good Research Practice: Code of Conduct*. Deutsche Forschungsgemeinschaft (German Science Foundation). <https://doi.org/10.1002/9783527679188.oth1>
- Döring, N., & Bortz, J. (2016). *Forschungsmethoden und Evaluation in den Sozial- und Humanwissenschaften* (5. vollständig überarbeitete, aktualisierte und erweiterte Auflage). Springer-Lehrbuch. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-41089-5>

- European Agency. (2017). *Inclusive Early Childhood Education Environment Self-Reflection Tool*. European Agency for Special Needs and Inclusive Education.
- Fink, A. (2009). *Conducting Research Literature Reviews: From the Internet to Paper*. SAGE.
- Flick, U. (2010). Triangulation in Qualitative Research. In U. Flick, E. von Kardorff, & I. Steinke (Eds.), *A companion to qualitative research* (n./ A.). SAGE.
- Flick, U. (2019). Gütekriterien qualitativer Forschung. In G. Mey & K. Mruck (Eds.), *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie* (pp. 1–17). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-18387-5_30-2
- Flick, U. (2020). Triangulation. In G. Mey & K. Mruck (Eds.), *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie* (pp. 185–199). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-26887-9_23
- Florian, L. (2014). What counts as evidence of inclusive education? *European Journal of Special Needs Education*, 29(3), 286–294. <https://doi.org/10.1080/08856257.2014.933551>
- Griful-Freixenet, J., Vantieghem, W., Gheysens, E., & Struyven, K. (2020). Connecting beliefs, noticing and differentiated teaching practices: a study among pre-service teachers and teachers. *International Journal of Inclusive Education*, 7(1), 1–18. <https://doi.org/10.1080/13603116.2020.1862404>
- Hofer, E., Abels, S., & Lembens, A. (2018). Inquiry-based learning and secondary chemistry education – a contradiction? *RISTAL*, 1, 51–65. <https://doi.org/10.23770/rt1811>
- Huber, M. (2017). Stoffeigenschaften und Zuckerverbrennung. Offene Bildungsressourcen für den inklusiven Unterricht. *Naturwissenschaften Im Unterricht Chemie*, 28(162), 40–43.
- Kahn, S., Pigman, R., & Ottley, J. (2017). A Tale of Two Courses: Exploring Teacher Candidates' Translation of Science and Special Education Methods Instruction into Inclusive Science Practices. *Journal of Science Education for Students with Disabilities*, 20(1), 50–68. <https://doi.org/10.14448/jesed.08.0004>
- Koehler, K. E., & Wild, T. A. (2019). Students with Visual Impairments Access and Participation in the Science Curriculum: Views of Teachers of Students with Visual Impairments. *Journal of Science Education for Students with Disabilities*, 22(1), 1-17. <https://doi.org/10.14448/jesed.11.0003>
- Kuckartz, U. (2018). *Qualitative Inhaltsanalyse. Methoden, Praxis, Computerunterstützung: Grundagentexte Methoden, 4., überarbeitete Auflage*. Beltz Juventa.
- Kuckartz, U., & Rädiker, S. (2019). *Analyzing Qualitative Data with MAXQDA*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-15671-8>
- Lamnek, S., & Krell, C. (2010). *Qualitative Sozialforschung: Lehrbuch (5., überarb. Aufl.)*. *Grundlagen Psychologie*. Beltz.
- Lincoln, Y., & Guba, E. (1985). *Naturalistic Inquiry*. SAGE.
- Markic, S., & Bruns, H. (2013). Stoffe erkunden. Materialien zum Umgang mit sprachlicher Heterogenität. *Naturwissenschaften Im Unterricht Chemie*, 24(135), 20–25.
- Maroney, S. A., Finson, K. D., Beaver, J. B., & Jensen, M. M. (2003). Preparing for Successful Inquiry in Inclusive Science Classrooms. *TEACHING Exceptional Children*, 36(1), 18–25. <https://doi.org/10.1177%2F004005990303600102>

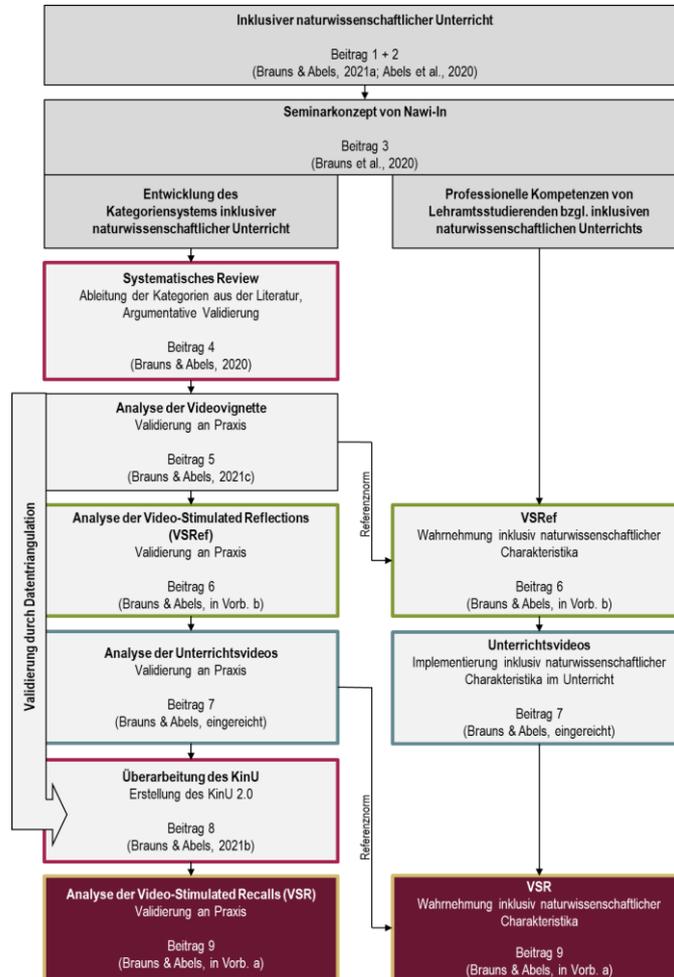
- Mayring, P. (2014). *Qualitative Content Analysis. Theoretical Foundation, Basic Procedures and Software Solution*. Beltz.
- Mayring, P. (2015). Qualitative Content Analysis: Theoretical Background and Procedures. In A. Bikner-Ahsbals, C. Knipping, & N. Presmeg (Eds.), *Approaches to Qualitative Research in Mathematics Education* (pp. 365–380). Springer Netherlands.
- Mayring, P. (2019). Qualitative Forschungsdesigns. In G. Mey & K. Mruck (Eds.), *Springer Reference Psychologie. Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie* (pp. 1–15). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-658-18387-5_18-2
- McGrath, A. L., & Hughes, M. T. (2018). Students with Learning Disabilities in Inquiry-Based Science Classrooms: A Cross-Case Analysis. *Learning Disability Quarterly*, 41(3), 131–143. <https://doi.org/10.1177%2F0731948717736007>
- Menthe, J., Hoffmann, T., Nehring, A., & Rott, L. (2015). Unterrichtspraktische Impulse für einen inklusiven Chemieunterricht. In J. Riegert (Ed.), *Inklusiver Fachunterricht in der Sekundarstufe* (pp. 158–164). Kohlhammer.
- Mulvey, B. K., Chiu, J. L., Ghosh, R., & Bell, R. L. (2016). Special Education Teachers' Nature of Science Instructional Experiences. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(4), 554–578. <https://doi.org/10.1002/tea.21311>
- Schmitt-Sody, B., & Kometz, A. (2011). Differenzierung im Chemieunterricht. In M. Eisenmann & T. Grimm (Eds.), *Heterogene Klassen. Differenzierung in Schule und Unterricht. Äußere Differenzierung. Binnendifferenzierung. Schulfächer. Individualisierung* (pp. 137–154). Schneider Hohengehren.
- Schmitt-Sody, B., & Kometz, A. (2014). NESSI-Transfer - Öffnung eines Schülerlabors für Förderschulen. In S. Bernholt (Ed.), *Naturwissenschaftliche Bildung zwischen Science- und Fachunterricht: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung 2013, Band 34* (pp. 61–63). IPN.
- Schmitt-Sody, B., Urbanger, M., & Kometz, A. (2015). Experimentieren mit Förderschülern - eine besondere Herausforderung in einem Schülerlabor und ein kleiner Beitrag für die Inklusion. *Chemie & Schule* (4), 5–10.
- Sherin, M. G. (2007). The development of teachers' professional vision in video clubs. In R. Goldman, R. Pea, B. Barron & S. J. Derry (Eds.), *Video research in the learning sciences* (pp. 383–395). Erlbaum.
- Soukakou, E. P., Winton, P. J., West, T. A., Sideris, J. H., & Rucker, L. M. (2014). Measuring the Quality of Inclusive Practices. *Journal of Early Intervention*, 36(3), 223–240. <https://doi.org/10.1177/1053815115569732>
- Stasik, A., & Gendzwitt, A. (2018). Designing a Qualitative Research Projekt. In M. Ciesielska & D. Jemielniak (Eds.), *Qualitative Methodologies in Organization Studies: Volume II: Methods and Possibilities* (pp. 223–244). Springer International Publishing.
- Steinke, I. (2010). Quality Criteria in Qualitative Research. In U. Flick, E. von Kardorff, & I. Steinke (Eds.), *A companion to qualitative research* (n./ A.). SAGE.
- Stinken-Rösner, L. (2020). Simulations in Science Education – Status Quo. *Progress in Science Education*, 3(1), 26–34. <https://doi.org/10.25321/prise.2020.996>

- Teke, D., & Sozibilir, M. (2019). Teaching Energy in Living Systems to a Blind Student in an Inclusive Classroom Environment. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(4), 890-901. <https://doi.org/10.1039/c9rp00002j>
- Tjora, A. (2018). *Qualitative Research as Stepwise-Deductive Induction*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203730072>
- Tracy, S. J. (2010). Qualitative Quality: Eight “Big-Tent” Criteria for Excellent Qualitative Research. *Qualitative Inquiry*, 16(10), 837–851. <https://doi.org/10.1177/1077800410383121>
- Tuma, R., Schnettler, B., & Knoblauch, H. (2013). *Videographie: Einführung in die interpretative Videoanalyse sozialer Situationen*. Lehrbuch. Springer VS.
- van Mieghem, A., Verschueren, K., Petry, K., & Struyf, E. (2020). An analysis of research on inclusive education: a systematic search and meta review. *International Journal of Inclusive Education*, 24(6), 675–689. <https://doi.org/10.1080/13603116.2018.1482012>
- Villanueva, M. G., & Hand, B. (2011). Science for All: Engaging Students with Special Needs in and About Science. *Learning Disabilities Research & Practice*, 26(4), 233–240. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5826.2011.00344.x>
- Vitoriano, F. A., Teles, V. L. G., Rizzatti, I. M., & Pessoa de Lima, Régia C. (2016). Promoting Inclusive Chemistry Teaching by Developing an Accessible Thermometer for Students with Visual Disabilities. *Journal of Chemical Education*, 93(12), 2046–2051. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.6b00162>
- Watson, S., & Johnston, L. (2007). Assistive Technology in the Inclusive Science Classroom. *Science Teacher*, 74(3), 34–38.
- Watt, S. J., Therrien, W. J., Kaldenberg, E., & Taylor, J. (2013). Promoting Inclusive Practices in Inquiry-Based Science Classrooms. *TEACHING Exceptional Children*, 45(4), 40–48. <https://doi.org/10.1177/107780041304500405>

Beitrag 9

Analysing Pre-Service Teachers' Video-Stimulated Recalls with the Framework for Inclusive Science Education

Sarah Brauns und Simone Abels



Brauns, S. & Abels, S. (in Vorb. a). Analysing Pre-Service Teachers' Video-Stimulated Recalls with the Framework for Inclusive Science Education.

Beiträge der Autor*innen.

Konzeptualisierung	SB, SA	Methodik	SA, SB, DE, KS	Software	SB, LH	Validierung	SB, LH
Analyse	SB, LH	Untersuchung	SA, SB, DE, KS	Ressourcen	SA	Originalentwurf	SB, SA
Überarbeitung	SB, SA	Beitragsleistung	SB	Projektleitung	SA	Finanzierung	SA

Analysing Pre-Service Teachers' Video-Stimulated Recalls with the Framework for Inclusive Science Education

Sarah Brauns^{a*} and Simone Abels^a

^a*Science Education, Leuphana University Lüneburg, Germany*

*sarah.brauns@leuphana.de

Sarah Brauns is a research assistant at Leuphana University Lüneburg in Science Education and works in the federally funded project 'Nawi-In' (Teaching Science Education Inclusively).

Prof. Dr. Simone Abels is head of the department of Science Education at the Leuphana University of Lüneburg and leads the federally funded project 'Nawi-In'.

Ethics

All data in the Nawi-In project have been and will be treated with consideration of the "Guidelines for Safeguarding Good Research Practice" of the German Research Foundation (DFG, 2019). The implementation of these guidelines was reviewed and confirmed by the ethics committee of the Leuphana University Lüneburg. In addition, the project was authorised by the responsible school council. The school management, teachers, student teachers, guardians and students voluntarily participated in the data collection and agreed to the declaration of consent for the anonymous use of the data in teaching and research.

DFG. (2019). *Guidelines for Safeguarding Good Research Practice: Code of Conduct*. Deutsche Forschungsgemeinschaft (German Science Foundation). <https://doi.org/10.1002/9783527679188.oth1>

Analysing Pre-Service Teachers' Video-Stimulated Recalls with the Framework for Inclusive Science Education

Abstract

In order to prepare student teachers adequately for inclusive science education, practice-based experiences are appropriate. Video-stimulated recalls (VSR), in which student teachers reflect on their own teaching videos as a practice-based approach, have shown to be effective. In the [project name] project, student teachers reflected on inclusive science education in VSR. These VSR were analysed with a double focus: First, the student teachers' development of professional competencies was analysed. Concerning the professional competencies, the focus was on noticing inclusive science characteristics. Second, the Framework for Inclusive Science Education 2.0 was validated. All VSR (n=11) were analysed using Qualitative Content Analysis with the Framework 2.0. Overall, the student teachers mainly noticed how they applied scientific research methods inclusively. While in the first VSR mainly general pedagogical aspects were mentioned, the noticing of inclusive science characteristics strongly increased towards the second VSR. With regard to the validation of the Framework 2.0, it became apparent that the categories were disjunctive. In addition, due to the small number of inductively coded categories, saturation was assumed to a certain extent. Overall, there is progress in the preparation of teachers for inclusive science education, which we recommend to optimise by an integration of the Framework 2.0 into teacher education.

Introduction

Teachers need to be adequately prepared for inclusive teaching, not only to be able to deal with students' diversity, but also to promote the individual potentials of students in such a way that all can participate in education (Aas, 2020; Kim et al., 2020). For inclusive science

education, the claim of participation is extended by the specifics of the subject, i.e., because experiments are conducted in science education, there is a particular demand for all students' safety (Menthe & Sander, 2016). In addition, the application of scientific research methods places a special demand on the motor and social skills of the students (Authors, 2020a). Other particularities result, for example, from the technical language or scientific concepts, which can be designed in a more or less abstract way (Baumann et al., 2018). In order to ensure that the special features of science education do not represent a barrier for any student, but are made accessible or are used specifically to support the students, teachers must first be appropriately prepared and educated. However, some teachers do not feel competent to implement inclusive teaching, which can be addressed by developing professional competencies (Egger et al., 2020; Florian & Camedda, 2020; van Mieghem et al., 2020).

Research is needed to further develop teacher education for inclusive science education. In our systematic literature review (Authors, 2020b), we found that the number of empirical papers on inclusive science education has increased significantly since 2015, but the number of theoretical papers is still higher. This development illustrates that we are still at the beginning and that teacher education needs to be advanced through research on inclusive science education. Research in the federally funded [project name] project, for example, contributes to the evidence-based development of science teachers' competencies regarding inclusive science education. In this paper, we focus on the analysis of pre-service teachers' Video-Stimulated Recalls (VSR). "A growth in research on teachers' 'interactive' thoughts and decision-making has led to the use of the research method of stimulated recall. The method has been employed in a number of different forms, but generally involves the replay of videotape or audiotape of a teacher's lesson in order to stimulate a commentary upon the teacher's thought processes at the time" (Calderhead, 1981, p. 211). In addition, a large number of studies confirm that this video-based professionalisation of teachers is effective

(e.g. Endacott, 2016; Geiger et al., 2016). In the [name] project, becoming science education teachers reflected in the VSR on their own teaching videos, which they recorded during a 5-months practical phase at school, and were supposed to focus on inclusive scientific aspects. We audiographed and transcribed all VSRs and analysed them using the Framework for Inclusive Science Education (Authors, 2020b). The results of this analysis are presented and discussed in this paper.

Theoretical Background

Both conducting and analyzing the VSR, the focus was on inclusive science education. Using the Framework for Inclusive Science Education (Authors, 2020b), the professional competencies of student teachers were further developed and the noticing of inclusive science aspects was analysed. The terms ‘inclusive science education’, ‘teacher education for inclusion’ in terms of professional competencies, and ‘Video-Stimulated Recall’ are described in more detail in the following sections.

Inclusive Science Education

We follow a wide understanding of inclusion, which Göransson and Nilholm (2014, p. 268) summarise as a “general individualised definition”, where inclusion meets the social and academic needs of *all* pupils. While the implementation of inclusion in education on a general level describes that all students have the right to participate in the classroom, the same goals apply to science education, but with the addition of a subject-specific lens. This corroborates the term ‘Science for all’ (Fensham, 1985; Villanueva & Hand, 2011), which is further specified by Walkowiak et al. (2018, p. 269):

“Science education fosters inclusion by facilitating participation in science specific learning processes for all learners. By appreciating the diversity and individual

prerequisites, science education involves individual and joint teaching and learning processes to promote scientific literacy”.

To enable all students to participate in science education, it is necessary to recognize diversity, recognize and minimize barriers, and create access in all areas of science education (Booth et al., 2006; Ferreira González et al., 2021; UNESCO, 2005). The ways in which approaches to science education can be implemented are presented occasionally in the literature and systematically summarized by the Framework for Inclusive Science Education (Authors, 2020b). Science education is described, for example, by the OECD (2019) through content knowledge, procedural knowledge, and epistemic knowledge. Content knowledge includes, for example, scientific concepts, which can be accessed in different ways in inclusive science education. For example, the development of scientific concepts can be enabled through memory strategies, such as keyword strategies (Watt et al., 2013), context-based or lifeworld-based (van Vorst & Strübe, 2019), or prior knowledge or conception-based (Affeldt et al., 2017). In addition, levels of abstraction can be differentiated by addressing concepts at the phenomenal level or at an abstract microscopic or submicroscopic level (Johnstone, 2000; Taber, 2013). Scientific terminology is also part of students’ content knowledge. To make the development of technical language inclusive, technical terms can be visualised in pictures (Silvija Markic & Childs, 2016). In addition, various word memories, such as glossaries, word lists, or subject vocabulary tables can be used to support the use of technical language (Schmitt-Sody & Kometz, 2012). In this context, these word memories can certainly be multilingual (Collier et al., 2016). In addition, linguistic simplifications can also be provided, for example, by highlights in the text, shorter sentences, and bullet points (Puddu, 2017).

Procedural knowledge is mainly described by the use of scientific research methods, which can be enabled by help cards, for example (Schmitt-Sody & Kometz, 2012). In a

communicative context, the use of scientific research methods can be facilitated by working in a group (McGrath & Hughes, 2018). In addition, teachers can act as coaches to support students, when they apply scientific research methods, including working in multiprofessional teams (Teke & Sozbilir, 2019). Another way to make science instruction inclusive is to implement inquiry-based learning, which often involves research methods in the Explore phase (Bybee et al., 2006). Inquiry-based learning makes it possible to make science lessons inclusive because it has a motivating effect on the students through a phenomenon-based introduction in the Engage phase (ibid.) and can be flexibly designed in an open or more or less structured and guided way through the levels of inquiry-based learning (Blanchard et al., 2010). Inquiry-based learning itself can be made inclusive through different approaches, for example, the research cycle can be visualised (Abels, 2015) to provide students with a structure while researching (Puddu, 2017). Collaborative support systems such as peer-tutoring can also assist students in applying inquiry-based learning (Abels, 2015).

Epistemic knowledge is mainly described by data evaluation and interpretation, which, like the other science specifics, can also be made inclusive through different approaches. For example, data evaluation can be designed differently for students by leaving it open-ended or by supporting students by providing partial solutions and more structuring (Scruggs & Mastropieri, 2007). In addition, data can be presented by students at different levels of abstraction (Schmitt-Sody & Kometz, 2012). Students can support each other in the group or the teacher can support students as a coach in data analysis (Bodzin et al., 2007).

Overall, inclusive science education shows a variety of possible approaches that teachers can implement to ensure that all students can participate in science education, which are systematized in the Framework for Inclusive Science Education (Authors, 2020b, 2021). However, in order to recognize which barriers to 'Science for all' need to be limited and in

which way adequate approaches need to be implemented to best support the individual potentials of the students, teachers need professional development offers. Teachers are crucial for the successful implementation of inclusive science education.

Teacher Education for Inclusion

In terms of teacher education for inclusion, teachers still feel unprepared and uncomfortable to deal with student diversity (Florian & Camedda, 2020). In some cases, inadequate teacher education programmes may be responsible for these feelings (Cochran-Smith et al., 2015). Teachers believe that large classes and a lack of time and training focused on inclusive education hinder the successful implementation of inclusion (Materechera, 2020). Florian and Camedda (2020, p. 6) therefore call for “new ways of thinking about preparing teachers as well as the support teacher educators need to develop programmes that enable class teachers to deliver high quality inclusive education in diverse classrooms”. The same demand also applies to teacher education in inclusive science education (Gross, 2020). Miškolci et al. (2020) show in their findings that more content in courses should relate to inclusive education. In addition, student teachers should be made aware of which learning practices are inclusive and why, and competence development in practice should be promoted (ibid.).

Different studies show successful teacher education programmes (Lancaster & Bain, 2020; McCracken et al., 2020; Ryan et al., 2020; Tristani & Bassett-Gunter, 2020). In the study by Aas (2020), where teachers planned, delivered, reflected and adapted inclusive education, it was found that teachers noticed the needs and abilities of students, developed more confidence in their own abilities and recognized and encouraged the active participation of all students as a resource. Programmes where teachers can practice inclusive approaches themselves can also positively change teachers’ attitudes towards inclusive teaching (McCracken et al., 2020).

Teacher education is also particularly important for science education teachers to meet the requirements of inclusion (Repnik et al., 2019). In Gross' (2020) teacher programme, chemistry student teachers developed their abilities to design inclusive chemistry lessons and their efficacy to teach chemistry inclusively. In order for teachers to be adequately prepared for inclusive science education, their professional competencies need to be considered, focused on the inclusive science context through specific methods (e.g. by stimulating active and reflective discussions, practical experience) and specifically supported.

Developing teachers' noticing as professional competency

Among the professional competencies of teachers, this paper focuses on noticing (Sherin, 2007). After Blömeke et al. (2015) perception, also understood as noticing, interpretation and decision making are related to the situation specific skills, which arise from a disposition and lead to performance. Behling et al. (2019) synthesised this model with Baumert and Kunter (2013) and Meschede et al. (2017), so that noticing and knowledge-based reasoning follow from teachers' professional competency as professional noticing and then lead to instructional action. While these models are linear, Santagata and Yeh (2016) suggest through the results of their study, to define the situation specific skills as the intersection of knowledge and beliefs as well as classroom practice. "The central area represents the overlap of knowledge and beliefs and classroom practice and revolves around the cyclical processes of perception, interpretation, and decision making, which we argue are at the core of teacher competence. This is a space of deliberate practice and reflection, in which knowledge and beliefs encounter classroom practice" (Santagata & Yeh, 2016, p. 164).

In order to develop teachers' situation-specific skills, Messiou and Ainscow (2015) suggest to link the professional development of teachers closely to practice, so that collaborative opportunities can be created and teachers acquire a common language of

practice. Through this connection, the development of teachers' noticing has an impact not only on teacher learning but also on teacher practice (Roth et al., 2017). Consequently, Blomberg et al. (2014) demonstrated that student teachers' reflective competence is a predictor of how well teachers will practice in the classroom. Similar results can be seen in the science context in the study by Kramer et al. (2020), in which a video-based assessment tool was simultaneously developed in a qualitative validation process.

Instructional videos provide teachers with effective learning opportunities to reflect and analyse classroom situations (Buchbinder & Kuntze, 2018; Santagata & Guarino, 2011; Star & Strickland, 2008; Stürmer et al., 2013). Teachers who experienced the video intervention showed significant effects in practice changes in contrast to the intervention without video reflection (Gröschner et al., 2018). Seidel et al. (2011) show additionally that teachers with video experience noticed more components of instruction than with less experience. Furthermore, in Hoth et al. (2018), teachers with high professional knowledge noticed more accurately. Keller-Schneider et al. (2020) examined the noticing of teachers at different stages of their career in the areas of teaching role, meeting individual students' specific learning needs, classroom-management and cooperation with colleagues and found that beginning teachers showed lower competencies than experienced teachers in all areas.

With regard to inclusive science education, in the study by Abels (2019), teachers mainly noticed pedagogical aspects, such as classroom management, instead of subject-specific aspects. In addition, the teachers in the same study initially had difficulties in generating alternative actions until the researcher drew their attention to specific topics. High professional knowledge is linked to noticing specific aspects, even though in Hoth et al. (2018) a connection between the noticed subject-related aspects and the subject-specific knowledge as well as the noticed general pedagogy aspects and the general pedagogy knowledge could be observed.

In summary, research shows the need for promoting the professional competencies of (science education) teachers. A particular focus in this paper is on noticing as a professional competency. In order to develop and research on noticing, the use of classroom videos, which will be implemented in Video-Stimulated Recalls in the following, is a suitable tool.

Video-Stimulated Recall

Video-Stimulated Recall (VSR) is, on the one hand, a way of retrospectively representing teachers' thought processes by allowing teachers to notice their own teaching on video and to repeatedly view their lesson from different perspectives (Calderhead, 1981; Muir, 2010). On the other hand, teachers can use VSR to develop their professional competencies (Endacott, 2016; Geiger et al., 2016; Malva et al., 2021). Teachers themselves also find conducting VSR valuable for their professional development, even if they find self-reflection challenging and sometimes uncomfortable in front of others (Cutrim Schmid, 2011). Therefore, it is important to facilitate trusting collaboration when conducting VSR. Teachers enter into a collaborative inquiry with researchers when they dialogue with each other (Muir, 2010). With the help of the VSR in dialogue, the cognitive processes of the teachers are linked to the observable behaviour for the researchers (Endacott, 2016). Reitano and Sim (2010) further state that professional practice is linked to professional development strategies through the VSR. Consequently, VSRs can change not only teachers' knowledge but also their practice (Reitano & Sim, 2010).

With the help of VSR, teachers can make specific observations and utterances, as well as focus on individual student interactions, as opposed to just memory (Endacott, 2016). Spontaneous responses during VSR, in contrast, can misrepresent the actual decision-making process. Therefore, why a teacher exhibited a particular behavior in class seems to become more difficult the more experienced teachers are, because these teachers automate their

teaching over time (Berliner, 2001; Calderhead, 1981; Malva et al., 2021). To structure the decision-making process nevertheless, the three-step approach described by van Es and Sherin (2002, p. 575) is useful: “Our goal then is to support teachers in learning to first notice what is significant in a classroom interaction, then interpret that event, and then use those interpretations to inform pedagogical decisions. And we argue that these are requisite skills that reformers have in mind when they call for teachers to be flexible in their instructional plans as they are teaching”.

Various studies show that the use of VSR is beneficial in the development and research of teachers’ professional competences. Consuegra et al. (2016), for example, used VSRs to identify gender differences in teachers’ descriptions of different students and their behaviour as well as to significantly improve teachers’ practice by using VSRs and thus openly presenting their thoughts. In his study, Endacott (2016, p. 43) identified developments in preservice teachers in terms of “more frequent prompting from specific instructional interactions, and more frequent connections between instruction and instructional planning, professional progress, and recognition of areas in need of further growth”. Geiger et al. (2016) analysed different formats of VSR, where teachers reflected alone or in teams with researchers, and found that in both formats teachers developed a conscious competence and also approaches to instruction. Cutrim Schmid (2011) conducted VSR in conjunction with other data collection methods such as classroom observations, field notes, classroom and teacher workshop videos and demonstrated that VSR also led to more detailed self-reflection among teachers in the long term. Malva et al. (2021, p. 19) scaffolded VSR through semi-structured interviews, confirming assumptions from the literature with their own research that teachers could improve: “teachers’ knowledge about teaching methods and lesson planning, classroom management, learning and development, affective-motivational dispositions, and evaluation and diagnosis”.

In Reitano and Sim (2010, p. 223), novice teachers have also been able to develop their professional competences with the help of VSR and the authors conclude: “The important feature of using VSR to contribute to this is that it provides professional learning that starts where the action is – in the classroom – and it results in learning that is decided by teachers in meaningful collaboration”.

Research Focuses

With the analysis of VSR, the [project name] project has a dual focus (fig. 1): (1.) Development of the Framework for Inclusive Science Education and (2.) Professional competency development of the student teachers regarding inclusive science education.

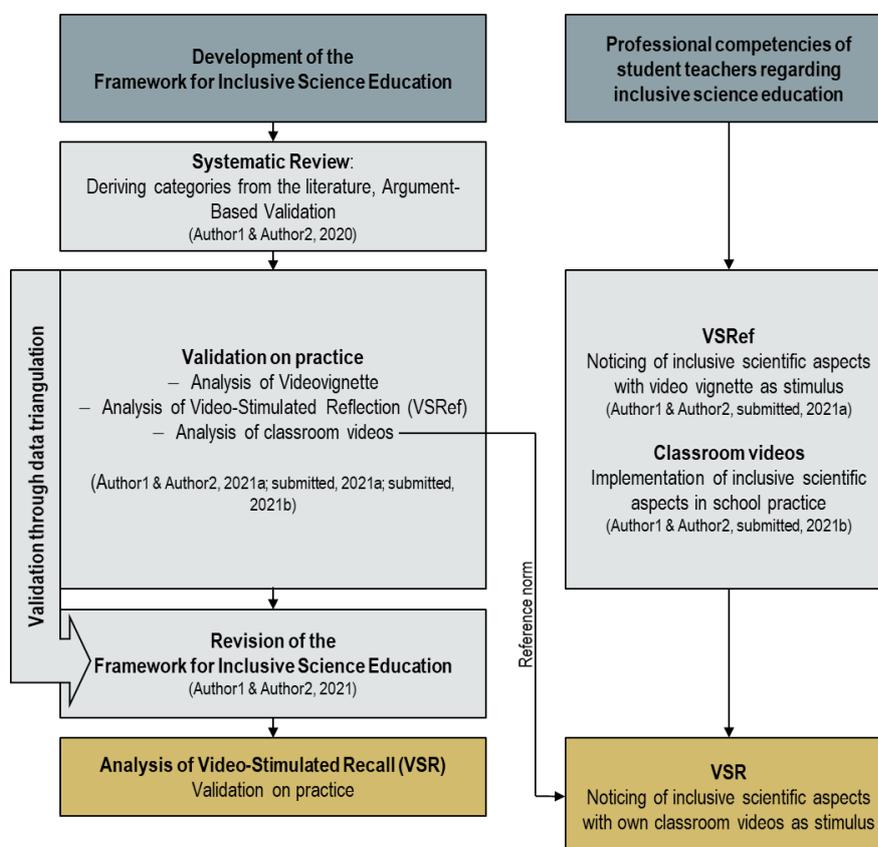


Fig. 1. Research Focuses (adapted after Authors, 2020c, p. 72) (VSR: Video-Stimulated Reflection – reflecting videos of other teachers)

First, the original version of the Framework for inclusive Science Education was derived from the literature in a systematic review (Authors, 2020b). Then, the credibility of the Framework was validated on practice in a multi-step process (Authors, 2021). In qualitative research, entire validation processes to improve the quality of frameworks are common, because the quality cannot simply be calculated as in quantitative research (source validation process) (Kuckartz & Rädiker, 2019). In this case, we decided on the validation on practice out of the project logic, because various data was available through the research on the professional competencies of student teachers in the [name] project (Authors, 2021). Then the data, more precisely the results of the individual analyses as implications for revising the Framework, were triangulated (Flick, 2010). In Authors (2021), the revision process and the revised Framework for Inclusive Science Education 2.0 are published in detail and in full. In order to re-examine the applicability of the revised Framework, the following questions are answered in this paper:

MQ1: To what extent has the Framework for Inclusive Science Education reached saturation?

MQ2: Are the categories of the Framework disjunctive?

MQ3: To what further development and revision do the results of the analysis of the VSR lead?

The second focus of this paper is on the professional competencies of student teachers, more specifically on the professional noticing of inclusive science aspects in their own teaching videos (Sherin, 2007). With this focus, the following questions will be answered:

RQ1: What characteristics of inclusive science education do student teachers notice in their own classroom videos?

RQ2: How do the student teachers' professional competencies develop regarding the noticing from the first VSR to the second VSR? (cf. data collection below)

Methods

In the following, the data collection through the Video-Stimulated Recalls (VSR) is described as well as the analysis of the data, which took place both descriptively and qualitatively through content analysis with the Framework for Inclusive Science Education 2.0.

Data Collection

In the first out of three cohorts of the [name] project, five student teachers of secondary chemistry and biology were accompanied. The Video-Stimulated Recalls (VSR) were conducted in the second master's semester, when the student teachers conducted a practical phase in school for five months. In this semester, the student teachers conducted their own lessons, videotaped them, reflected on them, generated action alternatives and conducted this cycle a second time with a revised lesson (fig. 2) (Authors, 2020c). In total, n1=4 VSR of the first teaching video of the student teachers and n2=5 VSR of the second teaching video were available for the analyses.

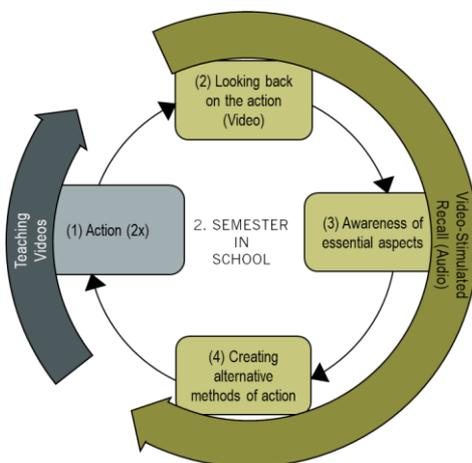


Fig. 2. Reflection cycle during the internship in school (adapted after Author1 et al., 2020, p. 208)

First, the student teachers reflected on their own freely selected teaching scenes with regard to inclusive science education. For this, they were asked to describe, interpret and generate alternative actions (Egger et al., 2020). To provide them with further opportunities for professional development, the student teachers then shared their experiences with colleagues, articulated and finally also reflected on their interpretations together (Aas, 2020). In the VSRs, the purpose was to focus explicitly on inclusive and exclusive aspects of the observed science lessons. All VSRs were audiographed and transcribed.

Data Analysis

For the data analysis, the transcripts of the VSR were analysed both quantitatively and qualitatively using the Framework for Inclusive Science Education 2.0. The qualitative analysis was carried out using qualitative content analysis (Mayring, 2015). The VSR transcripts were analysed deductively with the Framework for Inclusive Science Education 2.0 using MAXQDA software (version 20.0.7). The following units of analysis were defined for applying the Framework (Mayring, 2015): At least one half-sentence and at most one unit of meaning, i.e. sentences related on the same topic, was coded. Scientific characteristics were always coded in connection with approaches of inclusive education, which represent the categories of the Framework. The coding example in fig. 3, shows inclusive approaches for the application of scientific research methods (Cat. 12). Here, the student teacher described how the students were more or less guided in planning their experiments. More structuring was offered to the students at level 1 than at level 2 (Blanchard et al., 2010).

<p>"[...] there were those who just let themselves be guided by the material they had brought with them. They were more like inquiry-based learning level two. And they let themselves be inspired and looked, oh, there are microscopes, then we want to look at leaf cross-sections and where are the seeds? And then there was another group that really just took a question from the beginning. They were more like (.) level one" (CM85D_VSR_re, pos. 7).</p>	 <p>Enabling the application of scientific research methods through different degrees of openness</p>
---	--

Fig. 3. Coding example

To compare the noticed inclusive science aspects in contrast to statements of science education and general education, aspects of scientific pedagogical content knowledge (PCK) and general education pedagogical knowledge (PK) were coded in addition to the categories of the Framework 2.0.

In order to ensure quality in coding the qualitative content analysis, an argumentative approach was taken (Kuckartz & Rädiker, 2019). This means that one coder first analysed the entire data material twice with the Framework, marking uncertain passages. During a review of the data, the codes were checked by a second person and, if necessary, arguments for the coded categories were given by the coders. Particular attention was paid to the marked uncertain passages. Both coders entered into interpretation together on these passages and discussed until a decision was made in favour of a particular category. After that, the codings were processed further as they were summarised

The evaluation of the codings took place quantitatively by means of descriptive statistics. The numbers of coded categories per student teacher were transferred to Excel (version 2016). With the functions of the software, comparisons of the inclusive design of different science specifics as well as the developments of the competences were carried out quantitatively.

In order to obtain in-depth results, the case of student teacher CM, in which both VSRs and also the analyses of both classroom videos from the previous work with the Framework were

available (Authors, submitted, 2021b), was evaluated as an example using summarising qualitative content analysis.

Results

The results are first described descriptively in relation to the two foci of this paper, the development of the Framework and the student teachers' professional competencies. Then, with regard to professional noticing, case student teacher CM is described representing the qualitative results.

The Framework for Inclusive Science Education 2.0

The distribution of the categories coded in the VSRs shows which inclusive science characteristics the student teachers noticed (RQ1). A total of n=158 categories were coded in n=11 VSR using the Framework for Inclusive Science Education 2.0. The distribution of the categories shows that the focus of the VSRs of the student teachers was on Creating inclusive application of science research methods (Cat. 12) (fig. 4). In addition, the student teachers also relatively frequently described Creating inclusive data evaluation and result presentation (Cat. 14) and Creating inclusive generation of research questions (Cat. 8) in their noticings. All other categories were mentioned only rarely or not at all.

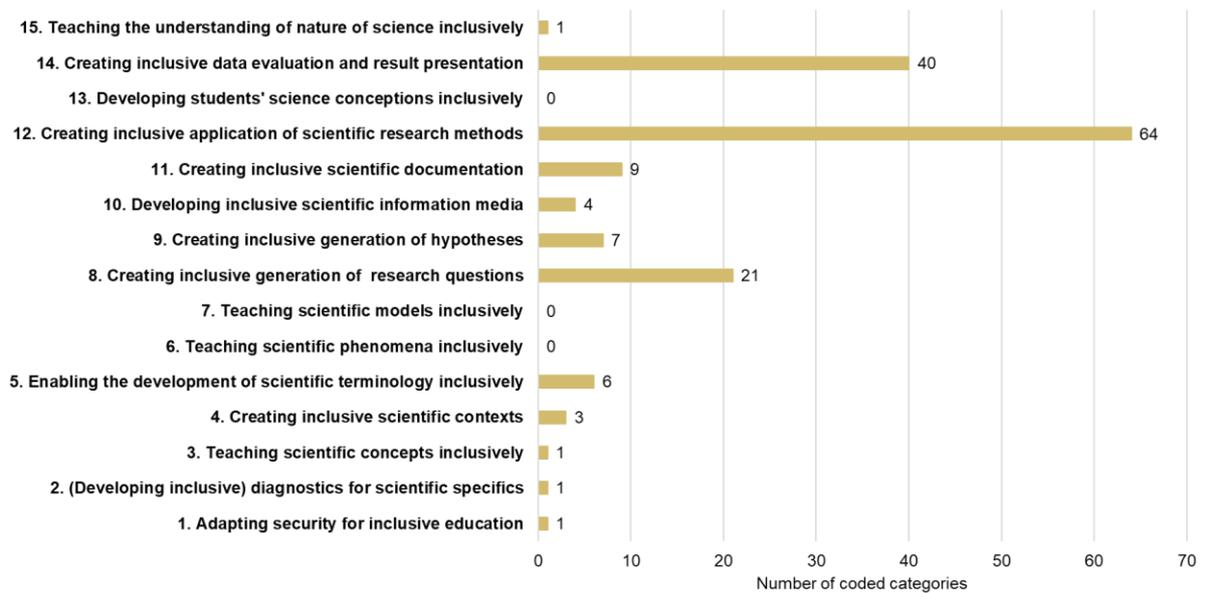


Fig. 4. Distribution of the number of coded categories across the main categories

The coded categories are not only checked for distribution among the main categories, but also among the four abstraction levels of the Framework. Thereby, the main categories are abstract and summarised and become more and more concrete via the subcategories and codes up to the subcodes (Authors, 2020c). While questions of implementation still remain open up to the code level, concrete instructions for action are given at the subcode level. In the VSRs, the student teachers most frequently formulated their noticings at the code level (fig. 5). About half as many categories were coded at the subcode level. This means that the statements of the student teachers were more often still slightly abstract than that they described concrete inclusive scientific actions.

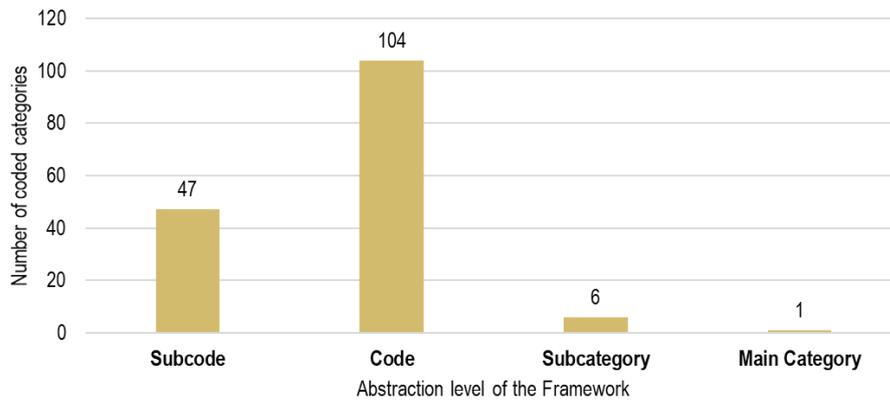


Fig. 5. Distribution of the number of coded categories across the abstraction levels of the Framework

With regard to the saturation of the Framework, it is interesting to consider the extent to which the categories were expanded inductively (MQ1). Furthermore, for the final validation of Framework 2.0, it can be noted that of all the categories coded, four inductive categories were derived. All of these categories were coded on the subcode level. Compared to the development of the previous Framework 1.0, where, for example, $n=106$ categories were inductively derived from the Video-Stimulated Reflections (VSRef; reflections of other teachers lesson videos) (Authors, submitted, 2021b). These categories were mostly found on subcode, but also on code level. The small number of inductive categories in the VSRs suggests that Framework 2.0 has increased in saturation. This conclusion is mainly related to the code level, to which most of the categories in the VSRs were coded. For the subcode level, further analyses with the Framework 2.0 of classroom videos would be appropriate, as they show details of the design of approaches to science characteristics through their richness of audiovisual information (Authors, 2020d).

Student teachers' professional competency development (RQ2)

The aim of the VSR was for the student teachers to focus their noticing on scientific aspects and how inclusive approaches to these were created. These aspects – the so-called inclusive science aspects – were coded with the Framework 2.0. The intensity with which the student teachers noticed inclusive science aspects is shown by the comparison with the pedagogical content knowledge (PCK) and general pedagogical knowledge (PK) statements mentioned (fig. 6). Overall, a considerably higher number of noticed aspects were coded in the second VSR. While only a few superficial inclusive science characteristics were mentioned in the first VSR, a wide range of noticed aspects were described in the second VSR. For comparison, only the coded categories of those student teachers who participated in the VSRs at both data collections (n=4) were included. There is a considerable increase in noticed inclusive science aspects from the first to the second VSR. The distributions within the data analyses also confirm that, despite fewer aspects expressed in the VSRs, the proportion of inclusive science statements has increased and, at the same time, the proportions of PCK aspects and PK aspects decreased.

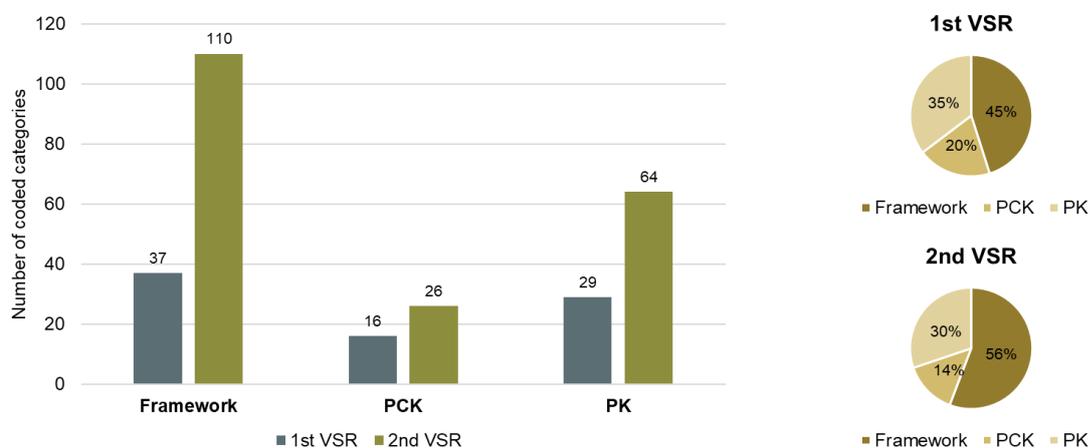


Fig. 6. Development of the number of coded categories of the first and second VSR on the framework, PCK and PK (n=4)

After the development of professional competencies has been presented descriptively, the results are described again qualitatively displaying the case CM. This case was selected because the first and second VSRs were available, it was one of the cases with the most codings, and because the corresponding classroom videos for this case were available for analysis in Authors (submitted, 2021a). In addition, this example specifies the previously descriptive, noticed inclusive scientific aspects.

Case student teacher CM 1st VSR

In the first VSR, CM only listed PK and PCK aspects. No categories were coded from the Framework 2.0 in the first VSR. In contrast, CM described their own position in the classroom and also addressed it again in the interpretation. In addition, CM stated that they tried to ensure silence with a hand signal and admonition. CM emphasised that the quiet sign was used as a ritual so that all pupils were fully present in class. In this context, the situation was described with a student who is often restless and whose attention could not be picked up by CM's position. The general restlessness at the beginning of the lesson was justified by the fact that the students first have to find their way into the lesson after the break. The fact that a selection of students did not participate in the quiet sign was justified by the fact that the students might find this sign silly. In terms of alternative actions, CM suggested giving a bell or an acoustic signal instead of the hand signal, giving clear instructions, staying consistent and showing more presence by being further in the room instead of in front of the desk.

Overall, we realized that CM remained general pedagogical during the first VSR and made no reference to the science aspects, nor to the inclusive approaches to the science characteristics. The scene from the instructional video that CM chose and reflected on during the first VSR, however, does not show any science aspects either. In the context of inclusive science education, CM should have chosen another scene to fulfil the task, e.g., a scene on

generating research questions and hypotheses, which CM does in dialogue with the students. They also brought materials to experiment with and presented them on a material table. Furthermore, in another scene, the students investigate different foods, where CM could have reflected on different (inclusive) approaches to the scientific research methods.

Case student teacher CM 2nd VSR

In the second VSR, CM mainly noticed inclusive science aspects, general pedagogical statements did still occur in between.

For example, CM noticed to have identified the students' inappropriate conceptions, which is part of diagnosing inclusive science aspects (Cat. 2). Elsewhere, CM described using the Evaluate phase of inquiry-based learning to determine the level of knowledge, the degree of motivation of the students and what support they need. CM repeated these aspects again and classified the science lesson as inclusive because the individual needs, learning pace, learning capacity, level, etc. of the students were addressed. It was important to CM that the learning offer fitted the students and that CM, as a teacher, had the knowledge of which problems could arise in order to intervene in individual discussions if necessary. Furthermore, CM listed in general pedagogical terms, i.e. without an explicit science relation, that they determined the level of knowledge through a conversation. CM also described in general pedagogical terms that they addressed and activated the students' prior knowledge through question-led conversations, whereby the use of concept cartoons (Steininger, 2017) was mentioned as an alternative to the conversations.

For the science questions and hypotheses, CM referred to inclusive science moments that had happened in the previous lesson. The noticed approaches were described as being supported by pictures for posing scientific questions. In addition, it was described that the students posed the questions in the group and also had material-guided access to them with

the help of a protocol, where the hypotheses were also documented in written language. As a further approach, CM described that during the reflected lesson there were questions on the board from which the students could also choose. In addition, the students posed questions orally in a communicative exchange. CM noticed that they returned to the question and made it more explicit by rephrasing it. In addition, CM noticed the degree of openness in setting up the research questions, in that CM described an open format with inquiry-based learning, whereby individual questions were developed. This meant that the questions were set up independently by the students. The degree of openness was also related to the scientific documentation, where CM described that the students worked on the protocol independently and also compiled and wrote down the material list for the experimentation on the protocol.

In addition, the focus of the reflection was on inclusive aspects related to the use of scientific research methods. First of all, CM noticed in this context that the students stood in a circle around the material table and the respective groups discussed which experiment material they needed – this was framed as a communicative approach. CM justified these approaches to the experimental materials by saying that they first wanted to create a structure.

Furthermore, CM continued with interpreting the planning of the experiments. CM noticed that the experiments were planned in groups and with the help of the questions and the materials (e.g., there were microscopes and the students could then examine a cross-section of a leaf). In the experimental procedure, the students acted individually and independently, guided by the materials on the material table. CM also noticed that the experimental procedure was presented or explained orally by the students in a standing circle (e.g., one group wanted to film with a camera whether bees are attracted to flowers with scent or UV-active colours).

In relation to grouping as support of the students, CM first described in purely general pedagogical terms that the grouping of students is often based on how they sit, and found it

better to group according to interests. Then CM noticed inclusively in terms of science that through the interest-led arrangement of the groups in the reflected classroom video, the students experimented in a concentrated way. At this point, CM described an aspect that, on the one hand, was not directly recognisable in the video analysis with the Framework (Authors, submitted, 2021b) and, on the other hand, was not visible in the selected video scene. Therefore, the video scene served as a stimulus here for further thoughts.

Essentially, CM noticed mostly those aspects that were visible in the video scene. But the reflection on this lesson scene shows how a stimulus is set for the VSRs to also reflect on inclusive science aspects beyond what was observed in the lesson video. In order to describe the design of posing the research questions, for example, CM made references to the previous lesson and in this way listed further approaches to the scientific questions. In addition, references were made to the experimentation phase and the presentation of the results from the experiments that follow the reflected video scene. Therefore, CM, for example, mentioned further approaches to the scientific investigation methods, although these were not directly observable. In addition, CM could have reflected on the inclusive approaches to the scientific context (Cat. 4), which was observed in the analysis of the classroom video (Authors, submitted, 2021a). However, CM described the diagnosis of inappropriate conceptions, which is difficult to observe in the video. At this point, the advantage of analysing reflections becomes apparent, in which it can be made explicit that, for example, a questioning dialogue has the goal of diagnosing. Overall, with regard to professional competency, it can be seen that CM listed PK and PCK aspects in the second VSR, but focussed mainly on aspects of inclusive science education and then elaborated on them.

Discussion

As the dual focus runs through this paper, we also distinguish in the discussion between the development of the Framework for Inclusive Science Education 2.0 and the student teachers' development of professional noticing of inclusive science aspects.

Development of student teachers' professional competencies

The noticing of inclusive science aspects is a challenge for student teachers and teachers. Maybe to reduce complexity, teachers tend to describe general pedagogical aspects such as classroom management (Gibson & Ross, 2016). The focus on science aspects in particular seems to be difficult and needs scaffolding or preparation, which is also shown in our results. A strong development of the noticing of inclusive science aspects can be identified, which will be discussed in more detail in the next section.

With regard to the inclusive science aspects noticed by the student teachers (RQ1), the focus is clearly on the inclusive design of the use of scientific research methods. This result can be explained by the fact that experiments take up a considerable amount of space in science lessons (Nehring et al., 2016). Already in the reflections of other teachers' lesson videos (Video-Stimulated Reflection), the category on the use of scientific research methods was the one with the most coded categories (Authors, 2021).

With regard to the development of professional noticing (RQ2), a distinctive development could be seen in the VSR. The student teachers noticed more aspects in the second classroom videos. Especially the noticing of inclusive science aspects showed a considerable increase from the first to the second VSR. When comparing the first VSR to the novice research on noticing, parallels can be recognised. Novice teachers are more likely to mention aspects focused on the teacher and classroom management than on student classroom discourse (Star & Strickland, 2008), which was also shown in the example of student teacher CM representative of the sample in the first VSR. In addition, novice teachers

are more likely to describe aspects that are directly visible and relate to the main action (Hoth et al., 2018). This can also be illustrated by the content analysis of CM. In the first VSR, CM focused the noticing on a single aspect, the silent sign as the main action. In addition, aspects of the visual structure were noticed, whereas in the second VSR the video excerpt sometimes served as a stimulus and CM also referred to aspects that took place before and after the chosen video scene.

In addition, the increase in inclusive science aspects also shows that the student teachers were increasingly aware of the specifics of science education and the diversity of their learning group. Similarly, the study by Aas (2020) shows that teachers took increasing responsibility for student learning and development, changed their view from an individual to a social view of learning, and saw students as active rather than passive learners.

The fact that the student teachers increased in their professional noticing of inclusive science aspects can be explained by two factors. First, the VSRs were conducted in a seminar context, whereby the student teachers received feedback from their peers and the seminar teachers after their first VSRs, which they could continue to implement in practice and in the second VSR (Authors, 2020c). In addition, the VSRs were integrated into the practical phase, during which the student teachers increasingly gained practical experience and mentoring. The positive influence of practice phases on the professional competencies of student teachers has already been confirmed by various studies (Ulrich et al., 2020). In the study by Stürmer et al. (2013), the noticing of student teachers also developed positively during the practical phase, especially if they showed a low level at the beginning. These results are also illustrated in our study. Overall, it can be seen that the student teachers in the VSRs started at a novice level and then developed from there. What level the student teachers finally reached in the VSR in terms of novice expert research is further pursued and discussed in Egger and Abels (submitted, 2021).

Development of the Framework

Concerning if the categories are disjunctive (MQ2), the analyses of the VSR with the Framework for Inclusive Science Education 2.0 support the improved applicability of the further developed previous version of the Framework through validation on practice (Authors, 2021). Furthermore, no categories were coded twice. This result shows that the categories coded in the VSR analyses are disjunctive. Due to the recurring structure of Framework 2.0, the distinctiveness of the categories can be generalised to the Framework. For these reasons, the Framework 2.0 does not need any revisions up to this point (MQ3). In addition to the saturation of the Framework (MQ1), it is assumed that the Framework 2.0 is nearly saturated at the code level (Authors, 2021).

The small number of categories derived in this research referred to the subcode level. It should be noted, however, that the development of the Framework is dependent on the level of abstraction of the student teachers' statements in the VSR, which referred mainly to the code level. It has already been shown previously in Authors (2021) that detailed categories of the subcode level can be derived better from video data because a variety of concrete inclusive science actions becomes visible. In addition, the codes of the categories of the Framework also depend on which scenes the student teachers select. For these reasons, it can still be assumed that saturation has not yet occurred at the subcode level. Therefore, the best way to expand the Framework 2.0 at the subcode level is to further apply the Framework to various video data.

Implications

In summary, the application of the Framework 2.0 is not only useful for researching professional noticing in lesson reflections, but also for developing (student) teachers'

professional noticing. In order for teachers to be able to set a focus and identify relevant aspects in lesson reflections, it is effective to create a narrow scaffolding (Blomberg et al., 2014). Roth et al. (2017) therefore provide teachers with focus questions. Using the Framework as a scaffold, (student) teachers can first focus on subject-specific aspects during reflection and then identify the created inclusive approaches (Authors, 2021). In this way, it is possible for (student) teachers to notice inclusive subject-specific aspects and not remain on the level of general pedagogical aspects.

In addition, the Framework 2.0 can be used to analyse classroom videos and in other areas of teacher education (Authors, 2021). For example, teachers can use the Framework as a map to make their teaching more inclusive, i.e., if teachers plan to address a phenomenon in class, they can use the Framework to select different approaches to phenomena that are appropriate for their learning groups (Cat. 6).

Furthermore, the Framework can also serve as a template for other subjects. In order to show subject-specific approaches, the characteristics of other subjects would have to be listed first. Since some approaches to the characteristics of science are general pedagogical, it should be examined to what extent these approaches can be related to the characteristics of other subjects (Authors, submitted, 2020).

Limitations

Overall, the student teachers' noticing of inclusive science aspects was very different, which can be explained by the fact that they also reflected on different video sequences of their own lesson videos. Thus, the answers of the student teachers are strongly dependent on what is shown in the respective videos. This makes it difficult to compare the results of video reflections. In addition, the conclusions about the development of the framework also depend on these results.

The Framework was used to analyse the inclusive approaches to the scientific characteristics that the student teachers noticed. As with the reflections on their own teaching (Authors, submitted, 2021a), it was not analysed how the student teachers justified or reasoned these approaches. This professional competency of inclusive science education is researched in the [name] project with the Analytical Competency Model (ACM) (Egger & Abels, submitted, 2021).

In addition, only a small sample was analysed with the VSRs, which related exclusively to secondary education. Therefore, we decided not to calculate significances in the descriptive statistics. In addition, it was also not possible to make comparisons between school levels. Conducting further VSRs with larger cohorts covering several school levels would verify the results of this paper.

Outlook

Since the [name] project also collected data from the classroom videos of the student teachers, the results of the VSR can be linked to them. It will be interesting to see what influence the results of one's own and others' reflections have on teaching practice seen in the videos. It will also be interesting to compare the similarities and differences between student teachers' own reflections and those of other teachers. The reflection of one's own teaching videos has a greater influence on teaching practice than other videos (Beisiegel et al., 2018).

However, the analyses have shown that there is progress in the preparation of teachers for inclusive science education, which can certainly be optimised by a stronger integration of the Framework 2.0 into teacher education.

Acknowledgements and funding...

References

Aas, H. K. (2020). Professional development for inclusive and adaptive education: Lesson study in a norwegian context. *Professional Development in Education*, 66(5), 1–15.

<https://doi.org/10.1080/19415257.2020.1850509>

Abels, S. (2015). Scaffolding inquiry-based science and chemistry education in inclusive classrooms. In N. L. Yates (Ed.), *New developments in science education research* (pp. 77–95). Nova Science Publishers, Inc.

Abels, S. (2019). Science teacher professional development for inclusive practice. *IJPCE*, 11(1), 19–29.

Affeldt, F., Tolppanen, S., Aksela, M., & Eilks, I. (2017). The potential of the non-formal educational sector for supporting chemistry learning and sustainability education for all students--a joint perspective from two cases in Finland and Germany. *Chemistry Education Research and Practice*, 18(1), 13-25. <https://doi.org/10.1039/C6RP00212A>

Author1 et al. (2020). Title. Journal.

Authors (2020a). Title. Journal.

Authors (2020b). Title. Journal.

Authors (submitted, 2020). Title. Journal.

Authors (2020c). Title. Journal.

Authors (2020d). Title. Journal.

Authors (2021). Title. Journal.

Authors (submitted, 2021a). Title. Journal.

Authors (submitted, 2021b). Title. Journal.

- Baumann, T., Kieserling, M., Struckholt, S., & Melle, I. (2018). Verbrennungen - eine unterrichtseinheit für inklusiven unterricht. *Chemie Konkret*, 25(4), 160–170.
<https://doi.org/10.1002/ckon.201800016>
- Baumert, J., & Kunter, M. (2013). The coactiv model of teachers' professional competence. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss, & M. Neubrand (Eds.), *Cognitive activation in the mathematics classroom and professional competence of teachers* (pp. 25–48). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-5149-5_2
- Behling, F., Förtsch, C., & Neuhaus, B. J. (2019). Sprachsensibler Biologieunterricht – Förderung professioneller Handlungskompetenz und professioneller Wahrnehmung durch videogestützte Live-Unterrichtsbeobachtung. Eine Projektbeschreibung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 25(1), 307–316.
<https://doi.org/10.1007/s40573-019-00103-9>
- Beisiegel, M., Mitchell, R., & Hill, H. C. (2018). The design of video-based professional development: An exploratory experiment intended to identify effective features. *Journal of Teacher Education*, 69(1), 69–89.
<https://doi.org/10.1177/0022487117705096>
- Berliner, D. C. (2001). Learning about and learning from expert teachers. *International Journal of Educational Research*, 35(5), 463–482. [https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(02\)00004-6](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(02)00004-6)
- Blanchard, M. R., Southerland, S. A., Osborne, J. W., Sampson, V. D., Annetta, L. A., & Granger, E. M. (2010). Is inquiry possible in light of accountability? A quantitative comparison of the relative effectiveness of guided inquiry and verification laboratory instruction. *Science Education*, 94(4), 577-616. <https://doi.org/10.1002/sci.20390>
- Blomberg, G., Sherin, M. G., Renkl, A., Glogger, I., & Seidel, T. (2014). Understanding video as a tool for teacher education: Investigating instructional strategies to promote

- reflection. *Instructional Science*, 42(3), 443–463. <https://doi.org/10.1007/s11251-013-9281-6>
- Blömeke, S., Gustafsson, J.-E., & Shavelson, R. J. (2015). Beyond dichotomies: Competence viewed as a continuum. *Zeitschrift Für Psychologie*, 223(1), 3–13. <https://doi.org/10.1027/2151-2604/a000194>
- Bodzin, A. M., Waller, P. L., Edwards, L., & Darlene Kale, S. (2007). Investigating the use of inquiry & web-based activities with inclusive biology learners. *American Biology Teacher*, 69(5), 273-279.
- Booth, T., Ainscow, M., & Kingston, D. (2006). *Index for Inclusion: Developing Play, Learning and Participation in Early Years and Childcare*. Centre for Studies on Inclusive Education.
- Buchbinder, O., & Kuntze, S. (2018). Representations of practice in teacher education and research - spotlights on different approaches. In O. Buchbinder & S. Kuntze (Eds.), *Mathematics teachers engaging with representations of practice* (pp. 1–8). Springer International Publishing.
- Bybee, R. W., Taylor, J, Gardner, A., van Scotter, P., Carlson Powell, J., Westbrook, A., & Landes, N. (2006). *The BSCS 5E Instructional Model: Origins, Effectiveness, and Applications*. BSCS.
- Calderhead, J. (1981). Stimulated recall: A method for research teaching. *British Journal of Educational Psychology*, 51(2), 211–217. <https://doi.org/10.1111/j.2044-8279.1981.tb02474.x>
- Cochran-Smith, M., Villegas, A. M., Abrams, L., Chavez-Moreno, L., Mills, T., & Stern, R. (2015). Critiquing teacher preparation research. *Journal of Teacher Education*, 66(2), 109–121. <https://doi.org/10.1177/0022487114558268>

- Collier, S., Burston, B., & Rhodes, A. (2016). Teaching stem as a second language: Utilizing sla to develop equitable learning for all students. *Journal for Multicultural Education*, 10(3), 257–273.
- Consuegra, E., Engels, N., & Willegems, V. (2016). Using video-stimulated recall to investigate teacher awareness of explicit and implicit gendered thoughts on classroom interactions. *Teachers and Teaching*, 22(6), 683–699.
<https://doi.org/10.1080/13540602.2016.1158958>
- Cutrim Schmid, E. (2011). Video-stimulated reflection as a professional development tool in interactive whiteboard research. *ReCALL*, 23(3), 252–270.
<https://doi.org/10.1017/S0958344011000176>
- Egger, D., & Abels, S. (submitted, 2021). The analytical competency model to investigate the video-stimulated analysis of inclusive science education. *Progress in Science Education*.
- Egger, D., Brauns, S., Sellin, K., Barth, M., & Abels, S. (2020). Professionalisierung für Inklusion. *Journal Für Psychologie*, 27(2), 50–70. <https://doi.org/10.30820/0942-2285-2019-2-50>
- Endacott, J. L. (2016). Using video-stimulated recall to enhance preservice-teacher reflection. *The New Educator*, 12(1), 28–47. <https://doi.org/10.1080/1547688X.2015.1113351>
- Fensham, P. J. (1985). Science for all: A reflective essay. *Journal of Curriculum Studies*, 17(4), 415–435. <https://doi.org/10.1080/0022027850170407>
- Ferreira González, L., Fühner, L., Sührig, L., Weck, H., Weirauch, K., & Abels, S. (2021). Ein Unterstützungsraster zur Planung und Reflexion inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts. In S. Hundertmark, Sun, Xiaokang, S. Abels, A. Nehring, R. Schildknecht, V. Seremet, & C. Lindmeier (Eds.), *Beiheft zur Zeitschrift "Sonderpädagogische*

- Förderung heute". Naturwissenschaftsdidaktik und Inklusion: 4. Beiheft
Sonderpädagogische Förderung heute* (pp. 191–215). Beltz Verlagsgruppe.
- Flick, U. (2010). Triangulation in qualitative research. In U. Flick, E. von Kardorff, & I. Steinke (Eds.), *A companion to qualitative research* (n.a.). SAGE.
- Florian, L., & Camedda, D. (2020). Enhancing teacher education for inclusion. *European Journal of Teacher Education*, 43(1), 4–8.
<https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1707579>
- Geiger, V., Muir, T., & Lamb, J. (2016). Video-stimulated recall as a catalyst for teacher professional learning. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 19(5), 457–475.
<https://doi.org/10.1007/s10857-015-9306-y>
- Gibson, S. A., & Ross, P. (2016). Teachers' professional noticing. *Theory into Practice*, 55(3), 180–188. <https://doi.org/10.1080/00405841.2016.1173996>
- Göransson, K., & Nilholm, C. (2014). Conceptual diversities and empirical shortcomings – a critical analysis of research on inclusive education. *European Journal of Special Needs Education*, 29(3), 265–280. <https://doi.org/10.1080/08856257.2014.933545>
- Gröschner, A., Schindler, A.-K., Holzberger, D., Alles, M., & Seidel, T. (2018). How systematic video reflection in teacher professional development regarding classroom discourse contributes to teacher and student self-efficacy. *International Journal of Educational Research*, 90(1), 223–233. <https://doi.org/10.1016/j.ijer.2018.02.003>
- Gross, K. (2020). Teaching chemistry inclusively - are we prepared? In O. Levrini & G. Tasquier (Eds.), *The beauty and pleasure of understanding: Engaging with contemporary challenges through science education* (pp. 1494–1503). Alma Mater Studiorum – University of Bologna.
- Hoth, J., Kaiser, G., Döhrmann, M., König, J., & Blömeke, S. (2018). A situated approach to assess teachers' professional competencies using classroom video. In O. Buchbinder &

- S. Kuntze (Eds.), *Mathematics teachers engaging with representations of practice* (pp. 23–46). Springer International Publishing.
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry – logical or psychological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(1), 9–15.
- Keller-Schneider, M., Zhong, H. F., & Yeung, A. S. (2020). Competence and challenge in professional development: Teacher perceptions at different stages of career. *Journal of Education for Teaching: International Research and Pedagogy*, 46(1), 36–54.
<https://doi.org/10.1080/02607476.2019.1708626>
- Kim, J., Florian, L., & Pantić, N. (2020). The development of inclusive practice under a policy of integration. *International Journal of Inclusive Education*, 1–16.
<https://doi.org/10.1080/13603116.2020.1773946>
- Kramer, M., Förtsch, C., Stürmer, J., Förtsch, S., Seidel, T., & Neuhaus, B. J. (2020). Measuring biology teachers' professional vision: Development and validation of a video-based assessment tool. *Cogent Education*, 7(1), 1–28.
<https://doi.org/10.1080/2331186X.2020.1823155>
- Kuckartz, U., & Rädiker, S. (2019). *Analyzing Qualitative Data with MAXQDA*. Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-15671-8>
- Lancaster, J., & Bain, A. (2020). Teacher preparation and the inclusive practice of pre-service teachers: A comparative follow-up study. *International Journal of Inclusive Education*, 24(12), 1311–1325. <https://doi.org/10.1080/13603116.2018.1523954>
- Malva, L., Leijen, Ä., & Arcidiacono, F. (2021). Identifying teachers' general pedagogical knowledge: A video stimulated recall study. *Educational Studies*, 1–26.
<https://doi.org/10.1080/03055698.2021.1873738>

- Markic, S., & Childs, P. E. (2016). Language and the teaching and learning of chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(3), 434–438.
<https://doi.org/10.1039/C6RP90006B>
- Materechera, E. K. (2020). Inclusive education: Why it poses a dilemma to some teachers. *International Journal of Inclusive Education*, 24(7), 771–786.
<https://doi.org/10.1080/13603116.2018.1492640>
- Mayring, P. (2015). Qualitative content analysis: Theoretical background and procedures. In A. Bikner-Ahsbals, C. Knipping, & N. Presmeg (Eds.), *Approaches to qualitative research in mathematics education* (pp. 365–380). Springer Netherlands.
- McCracken, T., Chapman, S., & Piggott, B. (2020). Inclusion illusion: A mixed-methods study of preservice teachers and their preparedness for inclusive schooling in health and physical education. *International Journal of Inclusive Education*, 4(2), 1–19.
<https://doi.org/10.1080/13603116.2020.1853259>
- Menthe, J., & Sander, R. (2016). Mit Heterogenität umgehen. Sicheres Arbeiten im inklusiven und zieldifferenzierten Chemieunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 27(156), 45–46.
- Meschede, N., Fiebranz, A., Möller, K., & Steffensky, M. (2017). Teachers' professional vision, pedagogical content knowledge and beliefs: On its relation and differences between pre-service and in-service teachers. *Teaching and Teacher Education*, 66(9), 158–170. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.04.010>
- Miškolci, J., Magnússon, G., & Nilholm, C. (2020). Complexities of preparing teachers for inclusive education: Case-study of a university in Sweden. *European Journal of Special Needs Education*, 1–15. <https://doi.org/10.1080/08856257.2020.1776983>

- Muir, T. (2010). Using video-stimulated recall as a tool for reflecting on the teaching of mathematics. In L. Sparrow, B. Kissane, & C. Hurst (Eds.), *Shaping the future of mathematics education* (pp. 438–445). MERGA.
- Nehring, A., Stiller, J., Nowak, K. H., Upmeyer zu Belzen, A., & Tiemann, R. (2016). Naturwissenschaftliche Denk- und Arbeitsweisen im Chemieunterricht – eine modellbasierte Videostudie zu Lerngelegenheiten für den Kompetenzbereich der Erkenntnisgewinnung. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 22(1), 77–96. <https://doi.org/10.1007/s40573-016-0043-2>
- OECD. (2019). *PISA 2018 assessment and analytical framework. PISA*. OECD Publishing.
- Puddu, S. (2017). *Implementing inquiry-based learning in a diverse classroom. Investigating strategies of scaffolding and students' views of scientific inquiry. Studien zum Physik- und Chemielernen*. Logos Verlag.
- Reitano, P., & Sim, C. (2010). The value of video in professional development to promote teacher reflective practices. *International Journal of Multiple Research Approaches*, 4(3), 214–224. <https://doi.org/10.5172/mra.2010.4.3.214>
- Repnik, R., Arcet, R., & Karasel, N. (2019). Education of teachers in the field of teaching natural science is lagging behind the requirements of the inclusion of pupils with special needs. *International Journal of Disability*, 66(6), 565–576. <https://doi.org/10.1080/1034912X.2019.1642456>
- Roth, K. J., Bintz, J., Wickler, N. I. Z., Hvidsten, C., Taylor, J [Joseph], Beardsley, P. M., Caine, A., & Wilson, C. D. (2017). Design principles for effective video-based professional development. *International Journal of STEM Education*, 4(1), 1–24. <https://doi.org/10.1186/s40594-017-0091-2>

- Ryan, M., Rowan, L., Lunn Brownlee, J., Bourke, T., L'Estrange, L., Walker, S., & Churchward, P. (2020). Teacher education and teaching for diversity: A call to action. *Teaching Education*, 1–20. <https://doi.org/10.1080/10476210.2020.1844178>
- Santagata, R., & Guarino, J. (2011). Using video to teach future teachers to learn from teaching. *ZDM*, 43(1), 133–145. <https://doi.org/10.1007/s11858-010-0292-3>
- Santagata, R., & Yeh, C. (2016). The role of perception, interpretation, and decision making in the development of beginning teachers' competence. *ZDM*, 48(1-2), 153–165. <https://doi.org/10.1007/s11858-015-0737-9>
- Schmitt-Sody, B., & Kometz, A. (2012). Following new paths by student labs in teaching chemistry to children with special needs. In S. Markic, I. Eilks, D. DiFuccia, & B. Ralle (Eds.), *Beiträge zur Didaktik. Issues of heterogeneity and cultural diversity in science education and science education research*. (pp. 199–202). Shaker.
- Scruggs, T. E., & Mastropieri, M. A. (2007). Science learning in special education: The case for constructed versus instructed learning. *Exceptionality*, 15(2), 57–74. <https://doi.org/10.1080/09362830701294144>
- Seidel, T., Stürmer, K., Blomberg, G., Kobarg, M., & Schwindt, K. (2011). Teacher learning from analysis of videotaped classroom situations: Does it make a difference whether teachers observe their own teaching or that of others? *Teaching and Teacher Education*, 27(2), 259–267. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2010.08.009>
- Sherin, M. G. (2007). The development of teachers' professional vision in video clubs. In R. Goldman, R. Pea, B. Barron, & S. J. Derry (Eds.), *Video research in the learning sciences* (pp. 383–395). Erlbaum.
- Star, J. R., & Strickland, S. K. (2008). Learning to observe: Using video to improve preservice mathematics teachers' ability to notice. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 11(2), 107–125. <https://doi.org/10.1007/s10857-007-9063-7>

- Steininger, R. (2017). *Concept Cartoons Als Stimuli Für Kleingruppendiskussionen Im Chemieunterricht: Beschreibung und Analyse einer komplexen Lerngelegenheit. Studien Zum Physik- und Chemielernen*. Logos Verlag Berlin.
<https://ebookcentral.proquest.com/lib/gbv/detail.action?docID=5313480>
- Stürmer, K., Seidel, T., & Schäfer, S. (2013). Changes in professional vision in the context of practice. *Gruppendynamik und Organisationsberatung*, 44(3), 339–355.
<https://doi.org/10.1007/s11612-013-0216-0>
- Taber, K. S. (2013). Revisiting the chemistry triplet: Drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(2), 156–168.
<https://doi.org/10.1039/C3RP00012E>
- Teke, D., & Sozibilir, M. (2019). Teaching energy in living systems to a blind student in an inclusive classroom environment. *Chemistry Education Research and Practice*, 20(4), 890-901. <https://doi.org/10.1039/c9rp00002j>
- Tristani, L., & Bassett-Gunter, R. (2020). Making the grade: Teacher training for inclusive education: A systematic review. *Journal of Research in Special Educational Needs*, 20(3), 246–264. <https://doi.org/10.1111/1471-3802.12483>
- Ulrich, I., Klingebiel, F., Bartels, A., Staab, R., Scherer, S., & Gröschner, A. (2020). Wie wirkt das Praxissemester im Lehramtsstudium auf Studierende? Ein systematischer Review. In I. Ulrich & A. Gröschner (Eds.), *Edition ZfE. Praxissemester im Lehramtsstudium in Deutschland: Wirkungen auf Studierende* (pp. 1–66). Springer.
https://doi.org/10.1007/978-3-658-24209-1_1
- UNESCO. (2005). *Guidelines for inclusion: Ensuring access to education for all*.
<http://unesdoc.unesco.org/images/0014/001402/140224e.pdf>

- van Es, E. A., & Sherin, M. G. (2002). Learning to notice: Scaffolding new teachers' interpretations of classroom interactions. *Journal of Technology and Teacher Education, 10*(4), 571–596.
- van Mieghem, A., Verschueren, K., Petry, K., & Struyf, E. (2020). An analysis of research on inclusive education: A systematic search and meta review. *International Journal of Inclusive Education, 24*(6), 675–689. <https://doi.org/10.1080/13603116.2018.1482012>
- van Vorst, H., & Strübe, M. (2019). Binnendifferenzierte Förderung von Modellkompetenz im naturwissenschaftlichen Unterricht. In H. Knauder & C.-M. Reisinger (Eds.), *Individuelle Förderung im Unterricht. Empirische Befunde und Hinweise für die Praxis* (pp. 157–172). Waxmann.
- Villanueva, M. G., & Hand, B. (2011). Science for all: Engaging students with special needs in and about science. *Learning Disabilities Research & Practice, 26*(4), 233–240. <https://doi.org/10.1111/j.1540-5826.2011.00344.x>
- Walkowiak, M., Rott, L., Abels, S., & Nehring, A. (2018). Network and work for inclusive science education. In I. Eilks, S. Markic, & B. Ralle (Eds.), *Building bridges across disciplines* (pp. 269–274). Shaker.
- Watt, S. J., Therrien, W. J., Kaldenberg, E., & Taylor, J. (2013). Promoting inclusive practices in inquiry-based science classrooms. *Teaching Exceptional Children, 45*(4), 40–48.

Sarah Brauns

geb. Hoffmann am 17.09.1991 in Lüneburg
Hansestraße 34, 21337 Lüneburg

Berufliche Tätigkeiten

Seit 08.2021	Referendariat Studienseminar Lüneburg. Oberschule am Schiffshebewerk Scharnebeck
Seit 04.2021	Freiberuflichkeit als Autorin für die digitale Lernplattform LEIFIchemie, Joachim Herz Stiftung
10.2020 – 09.2021	Lehraufträge, Didaktik der Naturwissenschaften, Leuphana Universität Lüneburg
08.2018 – 08.2021	Wissenschaftliche Mitarbeiterin BMBF Projekt Nawi-In, Didaktik der Naturwissenschaften, Leuphana Universität Lüneburg
02.2019 – 02.2020	Lehrkraft, Förderschule Johannes-Rabeler-Schule Lüneburg
08.2017 – 02.2019	Lehrkraft und Klassenleitung, IGS Embsen
02.2016 – 09.2017	Pädagogische Mitarbeiterin, IGS Embsen
04.2015 – 08.2018	Studentische Hilfskraft, Didaktik der Naturwissenschaften, Leuphana Universität Lüneburg

Ausbildung

Seit 08.2018	Promotionsstudium Dr. phil., Fakultät Nachhaltigkeit, Leuphana Universität Lüneburg
10.2016 – 07.2018	Abschluss Master of Education, Lehramt an Haupt- und Realschulen Mathematik und Chemie, Leuphana Universität Lüneburg
10.2014 – 09.2016	Abschluss Bachelor of Arts, Lehren und Lernen GHR Mathematik und Chemie, Leuphana Universität Lüneburg
10.2013 – 09.2014	Studium Bachelor of Arts, Betriebswirtschaftslehre, Leuphana Universität Lüneburg
10.2012 – 09.2013	Studium Bachelor of Arts, Architektur, Hafencity Universität Hamburg
Bis 06.2011	Abschluss Allgemeine Hochschulreife, Gymnasium Johanneum Lüneburg

Auslandsaufenthalte

08.2011 – 08.2012	Aupair London, Großbritannien
06.2013 – 08.2013	Aupair Barcelona, Spanien

Lehrtätigkeiten

Lehrauftrag	Projektband „Inklusion und Differenzierung im Naturwissenschaftsunterricht“, Leuphana Universität Lüneburg
Lehrauftrag	„Technik und unbelebte Natur – chemische Grundlagen“, Leuphana Universität Lüneburg
Lehrkräftefortbildung	„ProMent“ für Mentor*innen in der Praxisphase, Leuphana Universität Lüneburg

Mitgliedschaften

GDCP	Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik
ESERA	European Science Education Research Association
ESERA	SIG Video-based Research of Teaching and Learning Processes
NinU	Netzwerk für inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht

Sarah Brauns
Hansestraße 34
21337 Lüneburg
04131 677 2048
Sarah.brauns@outlook.de

Hiermit erkläre ich, dass ich mich noch keiner Doktorprüfung unterzogen oder mich um Zulassung zu einer solchen beworben habe.

Ich versichere, dass die Dissertation mit dem Titel *Professionalisierung für einen inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht – Beforschung und Entwicklung professioneller Kompetenzen angehender Lehrkräfte mit dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU)* noch keiner Fachvertreterin bzw. Fachvertreter vorgelegen hat, ich die Dissertation nur in diesem und keinem anderen Promotionsverfahren eingereicht habe und, dass diesem Promotionsverfahren keine endgültig gescheiterten Promotionsverfahren vorausgegangen sind.

Ich versichere, dass ich die eingereichte Dissertation *Professionalisierung für einen inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht – Beforschung und Entwicklung professioneller Kompetenzen angehender Lehrkräfte mit dem Kategoriensystem inklusiver naturwissenschaftlicher Unterricht (KinU)* selbstständig und ohne unerlaubte Hilfsmittel verfasst habe. Anderer als der von mir angegebenen Hilfsmittel und Schriften habe ich mich nicht bedient. Alle wörtlich oder sinngemäß anderen Schriften entnommenen Stellen habe ich kenntlich gemacht.

Ort, Datum

Unterschrift