

# GDCP-Doktorierendenkolloquium 2024



## Programm und Abstracts

25. bis 27. Oktober 2024  
Kloster Plankstetten, Berching

**Das Doktorierendenkolloquium 2024 wird unterstützt von:**

**WILHELM UND ELSE  
HERAEUS-STIFTUNG**



Das Doktorierendenkolloquium der GDCP 2024 wird von der Wilhelm und Else Heraeus-Stiftung gefördert.

Vielen Dank!

## **Örtliche Tagungsleitung**

Prof. Dr. Sebastian Habig  
Lehrstuhl für Didaktik der Chemie

FAU Erlangen-Nürnberg  
Regensburger Str. 160  
90478 Nürnberg

[sebastian.habig@fau.de](mailto:sebastian.habig@fau.de)

## **Tagungsbüro**

Steffen Brockmüller

[steffen.brockmueller@fau.de](mailto:steffen.brockmueller@fau.de)

## **Tagungsbüro - Öffnungszeiten**

Freitag, 27.10.2024 ab 11:30 Uhr

## **Kontakt in dringenden Fällen:**

Sebastian Habig  
+49 911 5302 95515

## **Tagungsort**

Kloster Plankstetten  
Klosterplatz 1  
92334 Berching

[info@kloster-plankstetten.de](mailto:info@kloster-plankstetten.de)  
+49 8462 / 20 60

## Grußwort

Liebe Doktorierende,  
liebe Kolleginnen und Kollegen,

das Team der Chemiedidaktik der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg freut sich sehr, das GDCP-Doktorierendenkolloquium 2025 ausrichten und Sie im schönen Benediktinerkloster Plankstetten bei Berching begrüßen zu dürfen. Das im Naturpark Altmühltal gelegene Kloster bietet beste Bedingungen, um in den fachlichen Austausch zu treten, intensive Gespräche über Promotionsvorhaben zu führen und sich mit Kolleginnen und Kollegen zu vernetzen. Besonders anregend empfinde ich die Umsetzung des klösterlichen Autarkiekonzepts, wodurch die Abtei Plankstetten eindrucksvoll zeigt, wie modernes nachhaltiges Wirtschaften funktionieren kann. Untergebracht sind wir im neu fertiggestellten Holz-Stroh-Haus St. Wunibald, das mit Ressourcen aus klostereigenen Wäldern und Feldern errichtet und dafür mit dem bayerischen Förderpreis Nachwachsende Rohstoffe ausgezeichnet wurde. Die Klosterküche verpflegt uns mit Köstlichkeiten, für die fast ausschließlich regionale und saisonale Produkte aus eigener Produktion zum Einsatz kommen. Einen Besuch wert sind die vielen Klosterbetriebe wie die Bäckerei, die Metzgerei, die Imkerei oder die Brennerei, deren Produkte im klostereigenen Hofladen erworben werden können. Neben den Annehmlichkeiten des Tagungsorts freuen wir uns auf anregende Vorträge und Projektberatungen und ich bin sicher, dass die Innovationsfreude, die unseren Tagungsort schon seit mehr als 300 Jahren prägt, auch uns anregen und zu einer gewinnbringenden Tagung beitragen wird.

Das gesamte Team der Chemiedidaktik der FAU Erlangen-Nürnberg wünscht Ihnen eine gute Anreise und wir freuen uns auf eine spannende Doktorandentagung 2024.

Ihr und Euer

# Inhalt

Leitfaden für Doktorierende auf dem Doktorierendenkolloquium der GDCP .....	2
1.    Tipps für Vortragende .....	2
2.    Tipps für Zuhörende .....	3
3.    Tipps für Doktorierende in Projektberatungen .....	4
Leitfaden für Moderator:innen auf dem Doktorierendenkolloquium der GDCP .....	6
Tagungsstruktur .....	8
Programmübersicht .....	9
Abstract zu den Vorträgen in zeitlicher Reihenfolge.....	14

## Leitfaden für Doktorierende auf dem Doktorierendenkolloquium der GDCP

Liebe Doktorierende,

im Folgenden finden Sie ein paar Tipps und Anregungen für die Gestaltung Ihrer Rollen als Vortragende und Zuhörende auf der GDCP-Doktorandentagung.

Ganz wichtig: Die Doktorandentagung ist keine Präsentations-, sondern eine **Beratungstagung**. Die Teilnehmenden setzen sich gemeinsam mit offenen Fragen und Bedürfnissen der Doktorierenden auseinander. Die Vortragenden sollen möglichst viele Rückmeldungen und Hilfestellungen für ihre weitere Arbeit erhalten.

### 1. Tipps für Vortragende

*Welche Phase Ihrer Arbeit eignet sich besonders für einen Vortrag?*

Wann ist Ihre Arbeit so weit fortgeschritten, dass Sie sie präsentieren können bzw. sollten? Die folgenden drei Punkte können als Orientierung dienen:

- Die Forschungsfragen sollten vorliegen, aber noch modifizierbar sein.
- Der theoretische Rahmen der Arbeit sollte zumindest in Grundzügen aufgearbeitet sein.
- Das für die Forschungsfrage geeignete Design sollte ausgewählt und wesentliche Methoden entwickelt, möglichst auch bereits erprobt sein (Pilotstudie o.ä.).
- Vorliegende erste Ergebnisse z.B. aus Pilotstudien oder Erprobungen erleichtern die Einschätzung der Arbeit, sind jedoch kein „Muss“.

Ihr Vortrag sollte sich nicht auf Ihre bisherigen Arbeiten und Ergebnisse beschränken, sondern auch Probleme formulieren, die dabei aufgetreten sind. Sie haben die Chance, Fragen und Unsicherheiten inhaltlicher oder methodischer Art anzusprechen und sich beraten zu lassen. Schließlich sind Sie nicht die Einzigen, die sich mit Schwierigkeiten in Ihrer Arbeit auseinandersetzen. Häufig zeigen sich Gemeinsamkeiten der Problemlagen verschiedener Arbeiten, sodass sich Lösungen über den engen Tellerrand der eigenen Arbeit hinaus finden lassen.

Überlegen Sie sich bitte so genau wie möglich, worin Ihre „Baustellen“ bestehen und benennen Sie diese so präzise wie möglich. Eine konkrete Frage regt die anderen Teilnehmenden zu konkreten Antworten und Hilfestellungen an.

*Aufbau Ihres Vortrags*

Welchen Forschungsansatz Sie auch immer wählen, es gibt einige Punkte, die Sie bei Ihrer *Präsentation* berücksichtigen sollten.

- ▶ Nennen Sie in der *Einleitung* das Hauptziel der Studie und ordnen Sie es wissenschaftlich ein: Was weiß man schon? Wo wird Ihre Studie den Erkenntnisstand voranbringen?
- ▶ Erläutern Sie, auf welches *theoretische Fundament* Sie sich stützen. Benennen Sie Ihre *Fragestellungen* und (vorläufigen) *Arbeitshypothesen*. Skizzieren Sie den *Weg* zu deren Klärung, gegebenenfalls auch mit Alternativen.

- ▶ Präsentieren Sie einen *Untersuchungsplan*, der den zeitlichen und methodischen Ablauf Ihrer Studie veranschaulicht. Welche *Methoden und Instrumente* möchten Sie verwenden?
- ▶ Zeigen Sie — wenn vorliegend — erste *Ergebnisse oder Zwischenergebnisse* Ihrer Untersuchungen und stellen Sie diese zur Diskussion.
- ▶ Zum *Schluss* listen Sie die Punkte auf, die Sie gerne diskutieren möchten: Interpretation von Ergebnissen, methodische Fragen usw.

Die Vorträge sollten eine Länge von **maximal 25 Minuten** haben. Dies ermöglicht ein ausreichendes Zeitfenster für eine anschließende Diskussion.

### *Diskussion im Anschluss*

Für die an Ihre Vorträge anschließende Diskussion sollten Sie folgende Punkte berücksichtigen:

- Nehmen Sie in der Diskussion die Beiträge der Zuhörenden zunächst einfach zur Kenntnis. Sie müssen nicht auf alle Beiträge direkt und schon gar nicht ausführlich antworten.
- Fragen Sie bei den Zuhörenden nach, wenn Sie einen Diskussionsbeitrag nicht verstanden haben. Bitten Sie um eine Konkretisierung der gegebenen Hinweise.
- Sie brauchen sich nicht zu rechtfertigen oder zu verteidigen. Sagen Sie einfach: „Interessante Anregung - ich werde in Ruhe darüber nachdenken.“ (Und tun Sie das im Anschluss.)
- Bitten Sie Ihre/-n Betreuer/-in, alle Diskussionsbeiträge zu notieren, und gehen Sie die Mitschrift im Anschluss an den Vortrag gemeinsam in Ruhe durch.

## **2. Tipps für Zuhörende**

- Geben Sie den Vortragenden konstruktives, offenes und faires Feedback. Detailfragen lassen sich besser in Pausengesprächen nacharbeiten.
- Heben Sie hervor, was Ihnen gut gefallen hat. Ein Lob ist sicher willkommen und motiviert.
- Kommentare und Tipps sind für den Vortragenden hilfreicher als Fragen.
- Hilfreich sind z. B. Literaturhinweise, Hinweise zur Methodik, Vorschläge für eine Konkretisierung (oft auch Begrenzung) der Forschungsfragen.
- Stellen Sie nicht die Grundanlage der Arbeit in Frage. Die Vortragenden können natürlich nicht mehr ganz von vorne anfangen. Teilen Sie grundlegende Bedenken den Betreuenden der Arbeit im Pausengespräch mit (für spätere Promotionsvorhaben).

### 3. Tipps für Doktorierende in Projektberatungen

#### *Zielgruppe:*

- Die Projektberatungen sind besonders für Doktorierende geeignet, die noch in einem frühen Stadium ihres Promotionsvorhabens sind und bei denen noch einige Entscheidungen getroffen werden müssen.

#### *Vorschläge für die Vorbereitung:*

- Die Projektberatungen finden in einem offenen Format statt, das Sie gemeinsam in Ihrer Kleingruppe gestalten. Im Zentrum steht das gemeinsame Gespräch über Ihr Promotionsprojekt und das Ihrer weiteren Gruppenmitglieder.
- Damit Sie in der Beratung möglichst schnell an die Punkte gelangen, zu denen Sie sich ein Gespräch und Feedback wünschen, kann es hilfreich sein, wenn Sie Ihr Promotionsvorhaben kurz vorstellen können. Folgende Themen könnten im Gespräch wichtig sein - Sie müssen aber natürlich *nicht* alles davon ausführen (können), da Sie ja Beratung wünschen:
  - Thema
  - Ihre Motivation für das Thema (Warum interessiert Sie das?)
  - Theoretischer Rahmen
  - Fragestellung(en)
  - Methoden
  - Äußere Rahmenbedingungen: Zeitlicher Rahmen (Wo stehen Sie? Wie lange haben Sie noch Zeit?), ggf. äußere Restriktionen (z. B., wenn Sie in einem vordefinierten Projekt arbeiten, können Sie evtl. nicht alles frei gestalten)
  - Ggf. zusätzliche finanzielle Ressourcen, die zur Unterstützung akquiriert werden können (z. B. Hochschulinterne Gelder, die für HiWis o. ä. genutzt werden können)
- Wichtig: Es geht *nicht* darum, dass Sie zu Beginn einen Kurzvortrag über die o. g. Punkte halten. Sie sind als Orientierung für Ihre Vorbereitung gedacht.
- Es kann für das Gespräch hilfreich sein, wenn Sie eine schriftliche/grafische Übersicht z. B. auf einem Din A4-Blatt mitnehmen. Diese können Sie z. B. auf den Tisch legen, sodass alle Gruppenmitglieder sie zur Orientierung sehen können, damit alle im Gespräch den Überblick über Ihr Vorhaben behalten und ggf. auf einzelne Punkte näher eingehen können.
- Auf diesem Blatt können Sie bereits Fragen notieren und/oder Punkte markieren, über die Sie sprechen möchten. Wichtig ist, dass Sie wissen, was Sie diskutieren möchten.
- Es kann hilfreich sein, wenn Sie mit einer/m anderen Doktorand:in verabreden, dass er/sie für Sie zusätzlich Notizen zum Gespräch macht. Auf dem Kolloquium können Sie angeben, ob bei Ihrer Beratung hospitiert werden darf. Eine Möglichkeit wäre dann, dass Sie eine andere Person bitten, bei Ihrer Projektberatung zu hospitieren und zusätzliche Notizen zu machen. Diese Fremdnotizen ersetzen natürlich nicht Ihren eigenen Eindruck, aber sie können ergänzend hilfreich sein.

*Vorschläge für die Nachbereitung:*

Oft ist es hilfreich, direkt nach der Beratung alles aufzuschreiben, was Sie aus dem Gespräch mitgenommen haben, dies zu Ihren weiteren Gesprächsnotizen zu bündeln und nach Ihrer Rückkehr noch einmal systematisch mit ihrer Betreuer:in zu besprechen.

Wir hoffen, dass Ihnen diese Hinweise ein wenig bei der Vorbereitung helfen können und freuen uns, Sie auf dem Doktorierendenkolloquium begrüßen zu dürfen!

## Leitfaden für Moderator:innen auf dem Doktorierendenkolloquium der GDCP

Liebe Moderatorinnen und Moderatoren,

der Vorstand dankt Ihnen für Ihre Bereitschaft, auf dem GDCP-Doktorierendenkolloquium zu moderieren, und möchte Ihnen den folgenden Leitfaden zu Ihrer Hilfe bereitstellen.

Das Doktorierendenkolloquium ist keine klassische Vortragstagung. Sein Ziel ist es, den Doktorierenden auf ihrem Weg zu helfen. Da man nicht davon ausgehen kann, dass der Ablauf und die Intention allen Zuhörenden und Fragenden immer voll bewusst sind, sehen wir es als Aufgabe der Moderator:innen an, hier lenkend einzugreifen. Wir möchten Sie bitten, diese Rolle offensiv wahrzunehmen.

### *Hinweise zum formalen Ablauf der Veranstaltung:*

- Am Beginn des Vortrags sollen die Betreuenden die Doktorierenden kurz vorstellen. Dabei soll das Promotionsvorhaben auch kurz in den Projektzusammenhang in der eigenen Arbeitsgruppe eingeordnet werden.
- Nennen Sie am Beginn eines Vortragsstrangs die „Regeln“ für Vortragende und Zuhörende.
- Achten Sie darauf, dass die Vorträge nach der Hälfte der Veranstaltungszeit beendet sind, damit genügend Zeit zur Diskussion bleibt. Maximal sind 25 Minuten für den Vortrag vorgesehen.
- In der ersten Hälfte der Diskussion haben die zuhörenden Doktorierenden Vorrang bei Diskussionsbeiträgen.
- Achten Sie auch bei Diskussionsbeiträgen der Doktorierenden darauf, dass die Beratung im Vordergrund steht.
- Beziehen Sie die Hochschullehrer:innen nicht zu spät ein. Von ihnen sollten besonders hilfreiche Hinweise für die Vortragenden zu erwarten sein.
- Bremsen Sie die Betreuenden der Promotionsvorhaben, wenn sie zu früh oder zu umfangreich in die Diskussion eingreifen.
- Achten Sie darauf, dass die Regeln eingehalten werden: "aktives Moderieren" ist gefordert.
- Es hat sich in den letzten Jahren bewährt, ggf. eine kurze Murrephase nach dem Vortrag durchzuführen. Dies hat sich häufig als sehr fruchtbar für die Diskussion erwiesen.

### *Inhaltliche Aspekte der Moderation*

Verstehen Sie sich als „Anwälte“ der vortragenden Doktorierenden.

Achten Sie in den Diskussionen darauf, dass die Beratung klar im Vordergrund steht, greifen Sie ein und nehmen Sie die Interessen der Doktorierenden wahr, wenn zum Beispiel

- sich aus Fragen des Auditoriums Grundsatzdiskussionen ergeben, die nur mittelbar mit dem Vorhaben zu tun haben oder die Diskussion vom konkreten Vorhaben zu sehr abgeleitet,
- Fragen, die offensichtlich am Thema, der Methodik oder der Intention der Arbeit vorbeigehen, weil Grundideen der Arbeit oder Methodik offensichtlich nicht verstanden worden sind (dies

berührt natürlich nicht kurze Nachfragen zur Klärung des Projekts),

- Diskutierende die Doktorierenden in die Enge treiben oder persönlich angreifen,
- sich die Doktorierenden in ausufernden Erklärungen und Rechtfertigungen zu verlieren drohen,
- Fragen, die die Doktorierenden in ihrem Vortrag bewusst selbst aufwerfen, in der Diskussion nicht berührt werden.

Ziel der Diskussionen muss es bleiben, Denkanstöße und Hilfen für eine erfolgreiche Bewältigung der Promotionsvorhaben zu liefern. Dies setzt allerdings auch voraus, dass die Moderierenden sich bereits zuvor ein wenig mit dem Thema der zu moderierenden Vorträge vertraut gemacht haben. Wir empfehlen hierzu, soweit dies möglich ist, kurze Vorgespräche mit den Vortragenden zu führen, um ihre Intentionen und Fragen zu erkennen.

Weisen Sie daneben frühzeitig darauf hin, dass nicht alle Fragen und Kommentare beantwortet werden müssen. Schließlich dient der Vortrag nicht primär der Information der Zuhörerschaft, sondern der Beratung der Vortragenden.

## Tagungsstruktur

### Freitag, 25.10.2024

Ab 11:00 Uhr	Registrierung	<b>Abfahrten</b> des Shuttle-Busses vom Bahnhof Kinding zum Kloster: <ul style="list-style-type: none"><li>• 11:36 Uhr</li><li>• 12:20 Uhr</li><li>• 13:36 Uhr</li></ul>
12:30 – 13:30 Uhr	Mittagessen	
15:00 – 15:30 Uhr	Begrüßung	
15:30 – 16:30 Uhr	Session 1	
16:30 – 16:45 Uhr	Kaffeepause	
16:45 – 18:45 Uhr	Session 2 und 3	
19:00 – 20:00 Uhr	Abendessen und Get-together, <i>GDCP Science Trivia</i>	

### Samstag, 26.10.2024

08:00 – 09:00 Uhr	Frühstück
09:00 – 11:00 Uhr	Projektberatung
11:00 – 11:15 Uhr	Kaffeepause
11:15 – 12:15 Uhr	Session 4
12:15 – 13:15 Uhr	Mittagessen
13:15 – 15:15 Uhr	Session 5 und 6
15:15 – 15:45 Uhr	Kaffeepause
15:45 – 16:00 Uhr	Gruppenfoto
16:00 – ca. 18:00 Uhr	Wanderung bzw. Klosterführung
18:30 – 20:00 Uhr	Abendessen

### Sonntag, 27.10.2024

08:00 – 09:00 Uhr	Frühstück	<b>Abfahrten</b> des Shuttle-Busses vom Kloster zum Bahnhof Kinding: <ul style="list-style-type: none"><li>• 11:45 Uhr</li><li>• 12:45 Uhr</li><li>• 13:45 Uhr</li></ul>
09:00 – 11:00 Uhr	Session 7 und 8	
11:00 – 11:15 Uhr	Kaffeepause	
11:15 – 11:45 Uhr	Abschlussplenum	
12:15 – 13:00 Uhr	Mittagessen	
12:45 Uhr	Abfahrt Shuttle Richtung Ingolstadt/ München (RE1 um 13:36 Uhr)	
13:45 Uhr	Abfahrt zweiter Shuttle Richtung Nürnberg (RE1 um 14:20)	

# Programmübersicht

Freitag, 25.10.2024

ab 11:00	Registrierung (Bezug der Zimmer ab ca. 14 Uhr)		
12:30-13:30	Mittagessen		
15:00-15:30	Begrüßung (Ulrich-Dürner-Saal)		
15:30-16:30	Session 1		
	Ulrich-Dürner-Saal	Cramer-Klett-Saal	Festsaal
	Laura Pletschacher	Jakub Knebloch	Sophie Baron
	Nachhaltige Entwicklung als Kontext - Zwei Fliegen mit einer Klappe?  Uni Regensburg, Rincke	Ursachen für die mangelnde Implementation physikdidaktischer Innovationen im Unterricht  Uni Frankfurt/Main, Wilhelm	Förderung adaptiver Erklärkompetenz von Chemielehramtsstudierenden  Uni Regensburg, Tepner
Moderation: Thorid Rabe	Moderation: Claudia von Aufschnaiter	Moderation: Insa Melle	
16:30-16:45	Kaffeepause		
16:45-18:45	Session 2		
	Ulrich-Dürner-Saal	Cramer-Klett-Saal	Festsaal
	Julia Hädrich	Florian List	Jasmin Kneuper
	Kritische Informations- und Medienkompetenz fördern – eine Perspektive auf Physiklehrkräfte  Uni Kassel, Wodzinski	Transformation von Schule am Beispiel inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts  Uni Lüneburg, Abels	Unterstützungsangebote zur Redoxchemie in der Studieneingangsphase  TU Dortmund, Melle
16:45-18:45	Session 3		
	Ulrich-Dürner-Saal	Cramer-Klett-Saal	Festsaal
	Johannes Schlaf	Fabian Baierl	Jonas Ponath
	Entwicklung Smartphone-gestützter Experimente zur Quantenphysik  RWTH Aachen, Heinke	Experimentieren zum Treibhauseffekt  Uni Halle-Wittenberg, Rabe	Erfassung digitalisierungsbezogener Kompetenzen im Fach Chemie  Uni Paderborn, Fechner
Moderation: Jan-Philipp Burde	Moderation: Christoph Kulgemeyer	Moderation: Stefanie Schwedler	
19:00	Abendessen, Get-together, GDCP Science Trivia		

**Samstag, 26.10.2024**

8:00-9:00	Frühstück		
9:00-11:00	Projektberatung (Raumverteilung vor Ort)		
11:00-11:15	Kaffeepause		
11:15-12:15	Session 4		
	Ulrich-Dürner-Saal	Cramer-Klett-Saal	Festsaal
	Christoph Fröhleke	Francisca Schultz	Lea Runge
	Diagnose von Handlungskompetenz im chemischen Praktikum	Die Chemie als Teil einer Sachunterrichtsidentität bei Studierenden	Digitale Messwerterfassung: Handlungsintentionen von Physiklehrkräften
	Uni Paderborn, Fechner	Uni Bielefeld, Schwedler	IPN, Feser
	Moderation: Mathias Ropohl	Moderation: Elisabeth Hofer	Moderation: Olaf Krey
12:15-13:15	Mittagessen		
13:15-15:15	Session 5		
	Ulrich-Dürner-Saal	Cramer-Klett-Saal	Festsaal
	Kasim Costan	Nils Bergander	Marija Herdt
	Akzeptanz physikdidaktischer Innovationen von Lehrkräften	Effekte Transparenz schaffender digitaler Lernumgebungen	Einstiege in das Experimentieren mit Smartphones und Tablets
	Uni Bremen, Kulgemeyer	TU Dortmund, Melle	RWTH Aachen, Heinke
	Session 6		
	Ulrich-Dürner-Saal	Cramer-Klett-Saal	Festsaal
	Melissa Costan	Nathalie Beck	Sven Levetzow
	Wissenschaftsskepsis von Lehrkräften gegenüber der Physikdidaktik	Inklusive Experimente: Erhebung von Barrieren & Chancen mit Vignetten	Planung von Experimenten für den Physikunterricht - Bestandsanalyse zur Entwicklung eines Mentoringkonzepts
	Uni Bremen, Kulgemeyer	Uni Duisburg-Essen, Ropohl	Uni Rostock, Reinholz
	Moderation: Heike Theyßen	Moderation: Sabine Fechner	Moderation: Andreas Borowski
15:15-15:45	Kaffeepause		
15:45-16:00	Gruppenfoto		
16:00-18:00	Wanderung bzw. Klosterführung		
18:30-20:00	Abendessen		

## Sonntag, 27.10.2024

8:00-9:00	Frühstück	
9:00-11:00	Session 7	
	Ulrich-Dürner-Saal	Cramer-Klett-Saal
	Silja Herholz	Roman Kuhr
	Systemkompetenz im Fach Chemie: Kompetenzmodellierung & Testentwicklung	Konzeption, Entwicklung und Evaluation eines Laserlabors für Schüler:innen
	Uni Duisburg-Essen, Ropohl	Uni Rostock, Reinholz
	Session 8	
Ulrich-Dürner-Saal	Cramer-Klett-Saal	
Celina Kiel	Dane-Vincent Schlünz	
Lernen mit Simulationen in Lehrkräftefortbildungen	Einflüsse von Somatosensorik und Vorwissen auf räumliche Kontiguität	
Uni Bielefeld, Schwedler	Uni Münster, Laumann	
Moderation: Oliver Tepner	Moderation: Rita Wodzinski	
11:00-11:15	Kaffeepause	
11:15-11:45	Abschlussplenum (Ulrich-Dürner-Saal)	
12:15-13:00	Mittagessen	

## Rahmenprogramm

Neben dem wissenschaftlichen Programm wird es ein vielseitiges Rahmenprogramm geben. Am Freitagabend besteht die Möglichkeit zu einem *get-together* im Klosterkeller. Außerdem wird es ein von der Chemiedidaktik der FAU Erlangen-Nürnberg organisiertes **Science Trivia Quiz** geben, zu dem alle Interessierten herzlich eingeladen sind. Am Samstag findet von 16-18 Uhr eine **Wanderung** bzw. alternativ die **Klosterführung** mit Pater Godehard Schuster statt (Anmeldung erforderlich).

Generell empfehlen wir Zeit zur Besichtigung der zahlreichen wirtschaftlichen Einrichtungen des Klosters einzuplanen. Zu empfehlen ist auch der kloster eigene Hofladen, in dem regionale Spezialitäten aus eigener Produktion angeboten werden.

## Projektberatungen

Die Projektberatungen finden am Samstagvormittag von 9 bis 11 Uhr in Kleingruppen statt. Die konkrete Raumzuordnung finden Sie vor Ort ausgehängt. In den letzten Jahren hat sich etabliert, dass die Beratungen für andere Doktorierende (z. B. die Vortragenden) geöffnet werden können, sofern alle Gruppenmitglieder einverstanden sind. Dies kann an der Magnettafel vor Ort kenntlich gemacht werden.

Weitere Informationen zu Ihrer Beratungsgruppe erhalten Sie in einer separaten E-Mail von der Nachwuchsvertretung. Üblich ist, dass Sie vorab weitere Informationen zu Ihren Projekten innerhalb der Beratungsgruppen verteilen. Nehmen Sie dazu bitte direkt Kontakt untereinander auf.

### Gruppe A – in statu nascendi

Doktorierende			
Ivo	Naake	<a href="mailto:ifen.naake@gmail.com">ifen.naake@gmail.com</a>	Goethe-Universität Frankfurt
Markus	Stocker	<a href="mailto:stockermarkus@web.de">stockermarkus@web.de</a>	FAU Erlangen-Nürnberg
Beratende			
Mathias	Ropohl	<a href="mailto:mathias.ropohl@uni-due.de">mathias.ropohl@uni-due.de</a>	Universität Duisburg-Essen
Rita	Wodzinski	<a href="mailto:wodzinski@physik.uni-kassel.de">wodzinski@physik.uni-kassel.de</a>	Universität Kassel
Heidrun	Heinke	<a href="mailto:heinke@physik.rwth-aachen.de">heinke@physik.rwth-aachen.de</a>	RWTH Aachen

### Gruppe B – Testentwicklung, Studiendesign

Doktorierende			
Laura	Freude	<a href="mailto:laura.freude@uni-due.de">laura.freude@uni-due.de</a>	Universität Duisburg-Essen
Patricia	Swientek	<a href="mailto:swientek@physik.uni-frankfurt.de">swientek@physik.uni-frankfurt.de</a>	Goethe-Universität Frankfurt am Main
Beratende			
Insa	Melle	<a href="mailto:insa.melle@tu-dortmund.de">insa.melle@tu-dortmund.de</a>	TU Dortmund
Andreas	Borowski	<a href="mailto:andreas.borowski@uni-potsdam.de">andreas.borowski@uni-potsdam.de</a>	Universität Potsdam
Christoph	Kulgemeyer	<a href="mailto:Kulgemeyer@physik.uni-bremen.de">Kulgemeyer@physik.uni-bremen.de</a>	Universität Bremen

### Gruppe C – Videoanalyse

Doktorierende			
Teresa	Tewordt	<a href="mailto:ttewordt@physik.uni-bielefeld.de">ttewordt@physik.uni-bielefeld.de</a>	Universität Bielefeld
Stefan	Gritsch	<a href="mailto:stefan.gritsch@phst.at">stefan.gritsch@phst.at</a>	Pädagogische Hochschule Steiermark
Beratende			
Sabine	Fechner	<a href="mailto:sabine.fechner@upb.de">sabine.fechner@upb.de</a>	Universität Paderborn
Oliver	Tepner	<a href="mailto:oliver.tepner@ur.de">oliver.tepner@ur.de</a>	Universität Regensburg
Claudia	von Aufschnaiter	<a href="mailto:cvaufschnaiter@jlug.de">cvaufschnaiter@jlug.de</a>	JLU Gießen

### Gruppe D – Interviewauswertung (kategoriengestützte Auswertung)

<b>Doktorierende</b>			
Maria	Hinkelmann	<a href="mailto:hinkelmann@physik.rwth-aachen.de">hinkelmann@physik.rwth-aachen.de</a>	RWTH Aachen
Leonie	Jung	<a href="mailto:leonie.jung@uni-due.de">leonie.jung@uni-due.de</a>	Universität Duisburg-Essen
<b>Beratende</b>			
Olaf	Krey	<a href="mailto:olaf.krey@uni-a.de">olaf.krey@uni-a.de</a>	Universität Augsburg
Elisabeth	Hofer	<a href="mailto:elisabeth.hofer@leuphana.de">elisabeth.hofer@leuphana.de</a>	Leuphana Universität Lüneburg
Benjamin	Heinitz	<a href="mailto:b.heinitz@uni-muenster.de">b.heinitz@uni-muenster.de</a>	Universität Münster

### Gruppe E – Interviewauswertung (offen)

<b>Doktorierende</b>			
Katharina	Leibfarth	<a href="mailto:katharina.leibfarth@uni-tuebingen.de">katharina.leibfarth@uni-tuebingen.de</a>	Universität Tübingen
Hermann	Lidberg	<a href="mailto:h.lidberg@physik.uni-frankfurt.de">h.lidberg@physik.uni-frankfurt.de</a>	Universität Frankfurt
<b>Beratende</b>			
Markus Sebastian	Feser	<a href="mailto:feser@leibniz-ipn.de">feser@leibniz-ipn.de</a>	IPN Kiel
Stefanie	Schwedler	<a href="mailto:stefanie.schwedler@uni-bielefeld.de">stefanie.schwedler@uni-bielefeld.de</a>	Universität Bielefeld
Thorid	Rabe	<a href="mailto:thorid.rabe@physik.uni-halle.de">thorid.rabe@physik.uni-halle.de</a>	MLU Halle-Wittenberg

### Gruppe F – Design-based Research

<b>Doktorierende</b>			
Ramona	Schauer-Bollig	<a href="mailto:schauer-bollig@physik.rwth-aachen.de">schauer-bollig@physik.rwth-aachen.de</a>	RWTH Aachen University
<b>Beratende</b>			
Daniel	Laumann	<a href="mailto:daniel.laumann@uni-muenster.de">daniel.laumann@uni-muenster.de</a>	Universität Münster
Ingrid	Krumphals	<a href="mailto:ingrid.krumphals@phst.at">ingrid.krumphals@phst.at</a>	Pädagogische Hochschule Steiermark
Lisa	Stinken-Rösner	<a href="mailto:lisa.stinken-roesner@physik.uni-bielefeld.de">lisa.stinken-roesner@physik.uni-bielefeld.de</a>	Universität Bielefeld

### Gruppe G – Interventionsstudien

<b>Doktorierende</b>			
Peter	Worms	<a href="mailto:peter.worms@physik.uni-halle.de">peter.worms@physik.uni-halle.de</a>	MLU Halle-Wittenberg
Manuel	Schleicher	<a href="mailto:manuel.schleicher@uni-a.de">manuel.schleicher@uni-a.de</a>	Universität Augsburg
<b>Beratende</b>			
Heike	Theyßen	<a href="mailto:heike.theysen@uni-due.de">heike.theysen@uni-due.de</a>	Universität Duisburg-Essen
Thomas	Wilhelm	<a href="mailto:wilhelm@physik.uni-frankfurt.de">wilhelm@physik.uni-frankfurt.de</a>	Goethe-Universität Frankfurt
David Johannes	Hauck	<a href="mailto:david.hauck@fau.de">david.hauck@fau.de</a>	FAU Erlangen-Nürnberg

## **Abstract zu den Vorträgen in zeitlicher Reihenfolge**

**Session 1** (Fr, 15:30 Uhr - 16:30 Uhr)

Laura Pletschacher

Universität Regensburg

Betreuer: Karsten Rincke

### **Nachhaltige Entwicklung als Kontext - Zwei Fliegen mit einer Klappe?**

Zentral für diese Arbeit sind zwei Problemfelder. Zum Einen findet die BNE nur selten Einzug in die Schulen, obwohl ihr eine große Relevanz für das Erreichen der Nachhaltigkeitsziele zugeschrieben wird (UN, 1992; UNESCO, 2000). Häufig genannte Gründe sind der Zeitmangel, die Komplexität des Feldes und fehlende Kompetenzen auf Seiten der Lehrkräfte (Breitenmoser & Keller-Schneider, 2023; forsa, 2023; Rieß & Mischo, 2008). Zum Anderen wird das Ausbleiben von Interesse und Betroffenheit der Schülerinnen und Schülern (SuS) am und vom Physikunterricht beklagt (Grebe-Ellis & Rincke, 2021; Merzyn, 2008; Muckenfuß, 2006). Mit dem Hintergrund, dass sich SuS für Themen der Nachhaltigkeit interessieren und sich von ihnen betroffen fühlen (Elster, 2007; Kress, 2021), erscheint die fehlende Implementierung von BNE in zweierlei Hinsicht als Verlust.

Als Interesse fördernde Maßnahme gilt das Einbetten physikalischer Inhalte in einen geeigneten Kontext (Hoffmann et al., 1998; Merzyn, 2008). Das Thema der nachhaltigen Entwicklung (NE) als Kontext zu verwenden, scheint beide anfänglich genannten Probleme gleichzeitig angreifen zu können: Einerseits werden häufig genannte Probleme in der Implementierung der BNE umgangen (Zeitmangel, fehlende Kompetenzen), da es keiner Zusatzqualifikation der Lehrkräfte bedarf, physikalische Inhalte in NE-Kontexte einzubetten. Andererseits könnte das Interesse und die Betroffenheit der SuS am und vom Physikunterricht gesteigert werden.

Diese Idee wird im Rahmen meiner Forschungsarbeit genauer untersucht. Dazu wird derselbe physikalische Inhalt (Konvektion) in unterschiedliche Kontexte eingebettet. Einige Kontexte sind dabei stärker auf NE ausgerichtet (Golfstrom & Heizung) als andere (Windlichtturbine & Konvektionszone der Sonne). Die Kontexte weisen zusätzlich unterschiedliche Dimensionen der NE auf: So kann der Kontext Golfstrom die bedrohlichen Folgen eines abklingenden Golfstromes darstellen, Auswegs- und Handlungsszenarien zeigen, oder einen rein fachlich-informierenden Charakter aufweisen. Außerdem kann die nahe und ferne Dimension der Nachhaltigkeit verglichen werden: der Kontext Heizung und dessen Bezug zur Nachhaltigkeit ist nahbar, zugänglich

und alltäglich, während der Kontext Golfstrom diese Eigenschaften nicht aufweist. Ein weiterer Kontext wird ohne Bezug zur NE konzipiert und in der Kontrollgruppe zum Einsatz kommen. Die quantitative Studie wird mit SuS und Lehrkräften durchgeführt. Sie besteht aus drei Erhebungen und zwei Interventionen. In der ersten Intervention lesen die SuS Texte zur Konvektion, eingebettet in verschiedene Kontexte. In der zweiten Intervention werden die SuS von der Lehrkraft unterrichtet. Im Rahmen von drei Messzeitpunkten werden Kovariablen, Interesse und Betroffenheit der SuS, die Einstellung der Lehrkräfte bzgl. des Unterrichtens in Kontexten der NE und der Einfluss des Unterrichtes durch die Lehrkraft auf die SuS erhoben. Die Erhebungsinstrumente, die Texte und der Unterricht sind aktuell in der Entwicklung.

### **Ursachen für die mangelnde Implementation physikdidaktischer Innovationen im Unterricht**

Trotz zahlreicher innovativer Ansätze in der Physikdidaktik bleibt die Umsetzung dieser Ideen im Schulalltag oft hinter den Erwartungen zurück. Dieses Projekt untersucht die Gründe für diese Diskrepanz und entwickelt Strategien zur Unterstützung von Physiklehrkräften bei der Implementierung neuer didaktischer Konzepte. Es geht darum, Hemmnisse bei der Umsetzung physikdidaktischer Ideen zu ermitteln und praktische Maßnahmen abzuleiten, um Lehrkräfte bei der Übernahme physikdidaktischer Konzepte zu unterstützen. Dazu wurden bereits explorative leitfadengestützte Interviews mit 15 Physiklehrkräften durchgeführt, um tiefere Einblicke in deren Perspektiven und Herausforderungen zu gewinnen. Eine erste qualitative Auswertung der Interviews lieferte Erkenntnisse über die Hauptgründe für die mangelnde Implementation, darunter Zeitmangel, fehlende Ressourcen und mangelnde Fortbildungsmöglichkeiten.

Basierend auf diesen Interviews wurde ein Fragebogen entwickelt, der verschiedene Skalen nutzt, um Einstellungen, Erfahrungen und Hindernisse zu messen. Damit soll eine größere Anzahl von Physiklehrkräften befragt werden. Eine erste Pilotierung fand bereits statt, die eigentliche Erhebung steht noch aus. Ein Ziel dabei kann sein, Lehrkräfte in verschiedene Gruppen nach den häufigsten Erklärungsprofilen einzuteilen, je nach ihrer Offenheit und Bereitschaft zur Übernahme neuer didaktischer Ideen.

Laut Literatur sollen gezielte Fortbildungsmaßnahmen und praktische Unterstützung vor Ort entscheidend für die Implementation sein. Eine geplante Intervention, bei der Lehrkräfte mit ihren Klassen an Schülerlaboren der Universität in Frankfurt am Main teilnehmen, soll dies weiter untersuchen. Hierfür werden spezielle physikdidaktische Konzepte und Ideen ausgewählt und entwickelt. Schließlich wird untersucht, ob die Lehrkräfte die vorgestellten und behandelten physikdidaktischen Ideen nach dem Besuch des Schülerlabors in ihren Unterricht implementieren.

### **Förderung adaptiver Erklärkompetenz von Chemielehramtsstudierenden**

Das Erklären von Fachinhalten ist zentraler Bestandteil des Chemieunterrichts mit dem Ziel, Verstehensprozesse bei Lernenden zu unterstützen und wird daher als Kernkompetenz von Lehrkräften erachtet. Wird im Rahmen einer Erklärung zusätzlich explizit auf die Adressat:innen eingegangen, spricht man von einer adaptiven Erklärung. Diese kann analog zu einer „herkömmlichen“ (rein instruktionalen) Erklärung sowohl vorbereitet als auch spontan in einer Situation erfolgen. Trotz der großen unterrichtlichen Relevanz guter adaptiver Erklärungen stellt die Förderung der adaptiven Erklärkompetenz in der Chemielehramtsausbildung ein Desiderat dar, weswegen im Rahmen dieses Forschungsprojekts ein universitäres Seminar zur Messung und Förderung dieser entwickelt wird.

In diesem Seminar planen die Teilnehmenden zu Beginn eine ca. zehnminütige instruktionale Erklärung zum Themenbereich Protolysereaktionen, außerdem formulieren sie zwölf mögliche Fragen, die Schüler:innen zu dieser Erklärung stellen könnten, sowie dazu passende Antworten. Am folgenden ersten Schülertag halten die Studierenden ihre instruktionale Erklärung, anschließend stellen die Schüler:innen drei vom Forschungsteam ausgewählte Fragen inklusive je einer weiteren – auf die erste formulierte Antwort passende – Nachfrage, die die Studierenden adaptiv beantworten müssen. Nach Seminarsitzungen mit fachdidaktischem Input zu Kriterien guter adaptiver Erklärungen und strukturiertem Reflektieren reflektieren die Teilnehmenden ihre videografierte Erkläreinheit anhand dieser Kriterien und überarbeiten anschließend ihre Planung für das nächste Mal. Dieser Ablauf wird, ohne die Inputphase, insgesamt zwei Mal wiederholt. Um im Rahmen dieser Interventionsstudie außerdem die Forschungsfrage, wie sich der Lernzuwachs bzgl. adaptiver Erklärkompetenz in der Planung und in der Handlung in Abhängigkeit von konstanten und variablen Prompts unterscheidet, beantworten zu können, werden die Teilnehmenden zu Beginn nach dem Matched-Pairs-Prinzip in zwei Interventionsgruppen aufgeteilt. Der ersten Gruppe werden an jedem der drei Schülertage dieselben sechs Fragen gestellt, wohingegen die zweite Gruppe an jedem Schülertag neue Fragen erhält. Die adaptive Erklärkompetenz in den Planungen sowie in den gehaltenen Erklärungen wird mithilfe eines Kodiermanuals quantifiziert. Des Weiteren wird ein Test zum adaptiven Erklären mit offenem Antwortformat an drei Messzeitpunkten eingesetzt und mit demselben Kodiermanual ausgewertet. Als Kontrollvariablen dienen außerdem ein Fachwissenstest über Protolysereaktionen, ein Fragebogen zur Selbstwirksamkeitserwartung, die Reflexionskompetenz der Studierenden, ein Wissenstest zum adaptiven Erklären sowie der Lernzuwachs der Schüler:innen und ein Fragebogen, an dem die Schüler:innen die Erklärqualität der Studierenden beurteilen. Im Vortrag werden die Ergebnisse der im Sommersemester 2024 stattfindenden Pilotierung vorgestellt und diskutiert.

### **Kritische Informations- und Medienkompetenz fördern – eine Perspektive auf Physiklehrkräfte**

Die Einschätzung von Informationen wird durch Fake News und Desinformation in der digitalen Medienlandschaft zunehmend schwieriger. Die Aufgabe der Identifikation von Fehlinformationen beispielsweise in sozialen Netzwerken, Blogs und Foren liegt ohne journalistische Kontrollinstanzen immer mehr bei den individuellen Nutzer:innen (Höttecke & Allchin, 2020). Unterrichtskonzepte zur Förderung solcher kritischen medialen Fähigkeiten für den Physikunterricht liegen bereits vor (z.B. Zilz & Höttecke, 2022; Bub, 2020). Die erfolgreiche Umsetzung solcher Konzepte setzt spezifische professionelle Handlungskompetenzen der Physiklehrkräfte voraus (Baumert & Kunter, 2011).

Ziel des Promotionsvorhabens ist zu erfassen, welche Einstellungen Lehrkräfte zum kritischen Medienumgang im Physikunterricht haben und über welche Handlungskompetenzen sie im kritischen Umgang mit Medien bereits verfügen, um daraus Folgerungen für der Aus- und Weiterbildung von Lehrkräften abzuleiten.

Angeknüpft werden soll an das Modell der professionellen Handlungskompetenz nach Baumert und Kunter (2011), in dem die eigenen Überzeugungen und das Professionswissen zentrale Elemente darstellen. Für zwei Teilbereiche des Professionswissens, dem Fachwissen und dem fachdidaktischen Wissen, ergeben sich in der Auseinandersetzung der Medien neue Anforderungen an Lehrkräfte (vgl. Baumert & Kunter, 2011).

Wissen und Fähigkeiten im Bereich des kritischen Umgangs mit Medien werden im deutschsprachigen Raum verschiedenen Kompetenzbegriffen zugeordnet, die nicht trennscharf voneinander definiert sind und in ihren Schwerpunktsetzungen Unterschiede aufweisen. Auf Grundlage der existierenden Gemeinsamkeiten schlägt Schiefner-Rohs (2012) eine Integration der drei zentralen Diskursbereiche (Medienbildung, Informationskompetenz, kritisches Denken) in das Konzept der Kritischen Informations- und Medienkompetenz vor. Die Fähigkeiten können dadurch fokussiert und besonders hinsichtlich der wandelnden Anforderungen an den Medienumgang neu akzentuiert werden. Auch wenn sich die kritische Informations- und Medienkompetenz ursprünglich auf die Hochschule bezieht, wird eine Eignung für die Schule eingeräumt (vgl. Schiefner-Rohs, 2012).

Zur Erfassung der professionellen Handlungskompetenz im kritischen Umgang mit Medien sollen leitfadengestützte Interviews durchgeführt werden. In verschiedenen Interviewblöcken sollen besonders die Überzeugungen der Lehrkräfte zu medienbezogenen Zielen im Physikunterricht und ihr fachliches und fachdidaktisches Professionswissen in diesem Bereich erfasst werden. Die Aspekte des Professionswissens ergeben sich dabei inhaltlich aus den integrierten Fähigkeiten und Kenntnissen der kritischen Informations- und Medienkompetenz, wie z.B. Kenntnisse über die Bewertung von Information oder der Reflexion über Quellen.

### **Transformation von Schule am Beispiel inklusiven naturwissenschaftlichen Unterrichts**

Um in einer sich ständig verändernden Welt bestehen zu können und aktuellen sowie zukünftigen Herausforderungen resilient und lösungsorientiert zu begegnen, muss Schule sich weiterentwickeln und den Weg der Transformation beschreiten. Dazu braucht es Schulentwicklungsprozesse, die auf empirischen Evidenzen basieren und gleichzeitig die Bedarfe der Praxis adressieren.

Ein zentraler Transformationsprozess, der aktuell sowohl allgemein- als auch fachdidaktisch verhandelt wird, befasst sich mit der Realisierung von Inklusion. In der unterrichtlichen Praxis wird Inklusion insbesondere durch Binnendifferenzierung und die Gestaltung von Unterrichtsmaterialien auf verschiedenen Niveaustufen umgesetzt. Dabei werden üblicherweise die individuellen Lernvoraussetzungen und Bedarfe der Schüler\*innen als Ausgangspunkt genommen. Diese Herangehensweise bindet enorme Ressourcen und stellt Lehrkräfte vor zunehmend wachsende Herausforderungen. Hier bedarf es alternativer, evidenzbasierter Lösungsansätze, die eine tiefgehende Untersuchung im Forschungsfeld erfordern.

Im inklusiven naturwissenschaftlichen Unterricht (inU) soll – im Sinne eines weiten Inklusionsverständnisses – allen Lernenden unter Wertschätzung ihrer Diversität die Partizipation an fach-spezifischen Lehr-Lernprozessen ermöglicht werden, um die Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Grundbildung für alle zu fördern. Damit geht ein Perspektivwechsel weg von einem defizitorientierten hin zu einem potentialorientierten, de kategorisierenden Unterricht einher, der im Idealfall zu einer Entlastung von Lehrkräften beiträgt. Die Umsetzung von inU ist bislang jedoch, auch aufgrund der hohen Komplexität, wenig erforscht. Im vorgestellten Promotionsvorhaben wird das komplexe Phänomen inU mit einer explorativen Fallstudie (N=2) im Kontext Sekundarschulen multiperspektivisch erfasst, untersucht und eingehend beschrieben. Hierzu werden verschiedene Datenquellen (u.a. Beobachtungen, Reflexionsgespräche, episodische Interviews, Unterrichtsplanungen, ggf. Audiokommentare zur Unterrichtsplanung, ergänzende Unterrichtsartefakte) unter Rückgriff auf die Grounded Theory Methodologie ausgewertet. Durch die Kombination verschiedener Kodierstrategien sollen Einblicke in die impliziten Wissensbestände, Werte und Orientierungen der Lehrkräfte in Bezug auf inU und insbesondere deren Verständnis davon, wer bzw. was Barrieren im inU darstellt, gewonnen werden.

Ziel dieses Promotionsvorhaben ist es, den skizzierten Transformationsprozess auf verschiedenen Ebenen (Lehrkraft, Unterricht, Schule) an zunächst einer ausgewählten Schule in enger Zusammenarbeit mit zwei Praktiker\*innen zu initiieren und empirisch zu begleiten.

Der Vortrag bietet einen Überblick über das Forschungsdesign und erste Ergebnisse zum Verständnis von Inklusion und Barrieren sowie zur unterrichtlichen Praxis der begleiteten Lehrkräfte. Zudem wird das weitere Vorgehen im Dissertationsvorhaben, besonders Ideen zur Kontrastierung der analysierten Fälle, zur Diskussion gestellt.

### **Unterstützungsangebote zur Redoxchemie in der Studieneingangsphase**

Studierende lernen zu Beginn ihres Studiums die grundlegenden Prinzipien und Denkweisen der Allgemeinen Chemie kennen, um ein robustes Fundament für die spätere Auseinandersetzung mit chemischen Inhalten zu schaffen (Averbeck, 2021). Neben einem tragfähigen chemischen Grundverständnis müssen hierbei auch chemiespezifische mathematische Fähigkeiten erworben werden (Kimpel, 2018). Jedoch stellen vor allem die mathemathikhaltigen Themen wie Redoxreaktionen oder Elektrochemie Studienanfänger:innen vor große Herausforderungen (Tsapalis, 2019; Hoban et al., 2013; Potgieter et al., 2008). Dies spiegelt sich auch darin wider, dass der Themenbereich der Redoxreaktionen sowohl von Schüler:innen als auch von Studierenden als schwierig wahrgenommen wird (Childs & Sheehan, 2009). Damit in Zusammenhang stehen dürfte auch die überdurchschnittlich hohe Abbruchquote im Chemiestudium (Heublein et al., 2022).

Um Studienanfänger:innen zu fördern, sollen in diesem Projekt Unterstützungsmaßnahmen für die Redoxchemie entwickelt und evaluiert werden. Damit diese möglichst passgenau gestaltet werden können, wurden in einer Vorstudie Schwierigkeiten der Erstsemesterstudierenden bei dieser Thematik erhoben.

Wenngleich Fehlvorstellungen, die Schüler:innen bei der Beschäftigung mit Redoxreaktionen und elektrochemischen Inhalten zeigen, in der Literatur umfangreich dokumentiert sind (z. B. Nakiboglu et al., 2023; Schmidt et al., 2007; Garnett & Treagust, 1992; Akram et al., 2014; Lin et al., 2002), können diese nur bedingt auf Studienanfänger:innen übertragen werden, da beispielsweise durch die Studienfachwahl eine starke Selektion der Lernenden stattfindet. Des Weiteren existieren nur wenige empirische Befunde darüber, welche konkreten Schwierigkeiten Studierende im ersten Semester an (deutschen) Universitäten zeigen (Tsapalis, 2019; Busker et al., 2010).

Auf Basis der Analyse schriftlicher Aufgabenbearbeitungen konnten zentrale Fehler und Schwierigkeiten der Studienanfänger:innen identifiziert werden. Darauf aufbauend werden Maßnahmen entwickelt, welche beim Verständnis mathematisch-chemischer Inhalte und bei der Bearbeitung mathemathikhaltiger Aufgaben in der Chemie unterstützen sollen: Zunächst wiederholen die Studierenden zentrale Inhalte mithilfe von Erklärvideos. Im Anschluss erfolgt aufgabenbasiert eine vertiefte Auseinandersetzung mit diesen, wobei Flowcharts oder Worked Examples den Lernprozess unterstützen sollen.

Diese Maßnahmen werden in Kooperation mit Prof. Dr. S. Henke (Anorganische Chemie) in Übungen zur Grundlagenvorlesung „Allgemeine und Anorganische Chemie“, welche von Erstsemesterstudierenden verschiedener chemie-bezogener Studiengänge besucht werden, eingesetzt und evaluiert. Im Fokus der Evaluation soll dabei der Fachwissenszuwachs stehen, wobei auch Attraktivität und Usability einbezogen werden. Im Vortrag werden neben den identifizierten Schwierigkeiten die Unterstützungsmaßnahmen und das Studiendesign vorgestellt.

### **Entwicklung Smartphone-gestützter Experimente zur Quantenphysik**

Der Einsatz von Smartphones im Physikunterricht bietet vielfältige neue Möglichkeiten für Schülerexperimente. Zum einen verfügen Smartphones über verschiedene interne Sensoren, welche von geeigneten Apps wie z.B. phyphox ausgelesen werden können. Zum anderen haben laut der aktuellen JIM-Studie fast alle Jugendlichen Zugriff auf ein solches Gerät, womit eine hohe Verfügbarkeit im Schulunterricht gewährleistet ist.

Die an der RWTH Aachen entwickelte App phyphox kann nicht nur die Rohdaten der Sensoren auslesen und graphisch auftragen, sondern bietet auch vorgefertigte kontextspezifische Experimente sowie die Möglichkeit, diese selbst zu erstellen. Zudem können externe Sensormodule über Bluetooth mit phyphox gekoppelt werden.

Gängige Schulexperimente zur Quantenphysik weisen hinsichtlich der Durchführbarkeit und Schülermotivation in der Regel zwei Nachteile auf. Zum einen sind die Aufbauten im Vergleich zu anderen Schulexperimenten häufig komplex und/oder stellen eine Art „Black Box“ dar, die von Schülerinnen und Schülern nicht vollständig verstanden wird. Zum anderen beinhalten die Aufbauten typischerweise kostenintensives Equipment, welches von Schulen höchstens in sehr begrenzter Stückzahl beschafft werden kann. Die Experimente werden deshalb häufig bestenfalls als Demonstrationsversuche im Unterricht implementiert.

Das Ziel dieser Promotion ist es daher, unter Einbindung der phyphox-App als Messdatenerfassungssystem Schülerexperimente zur Quantenphysik mit übersichtlichen, leicht verständlichen Aufbauten zu entwickeln, die niederschwellig in der Physiklehre an Schulen (und Hochschulen) genutzt werden können. Im Rahmen der Promotion sollen die Experimente in regelmäßigen Workshops mit Schülergruppen an der RWTH Aachen (z.B. eingebettet in das Quantenjahr 2025) durchgeführt und hinsichtlich ihrer Förderung des physikalischen Verständnisses und des Schülerinteresses evaluiert werden.

Im Rahmen der Promotion wurden bereits drei Experimente realisiert:

- 1.) Messung des Planck'schen Wirkungsquantums über die Schwellenspannungen von LEDs: Dieses Experiment nutzt die Smartphone-Kamera als Lichtintensitätssensor und wird in verschiedenen Komplexitätsgraden angeboten.
- 2.) Untersuchung der quantisierten Leitfähigkeit von Nanodrähten: Dieses Experiment hat das Ziel, den Quantencharakter der Leitfähigkeit in eindimensionalen Systemen für die Schülerinnen und Schüler auf ihrem eigenen Smartphone erlebbar zu machen.
- 3.) Analogieexperiment zur Quantenkryptographie: Aufgrund der zunehmenden Relevanz quantenkryptographischer Verfahren wurde ein Analogieexperiment zum Schlüsselaustausch nach dem BB84-Protokoll entwickelt, welches außer drei Smartphones kein weiteres Equipment benötigt.

Im Vortrag werden die einzelnen Experimente und deren grundlegende Funktionsweise präsentiert. Anschließend wird der geplante Ablauf der Erprobung der Experimente und deren Evaluation vorgestellt.

### **Experimentieren zum Treibhauseffekt**

Der Klimawandel ist eines der prägendsten Themen im gesellschaftlichen und politischen Diskurs und gewinnt deshalb auch für den Physikunterricht an Relevanz. In den ersten Bildungsplänen der Länder ist Klimaphysik bereits als Lernbereich verankert. Während Vorstellungen von Schüler:innen zum Klimawandel fachdidaktisch bereits vergleichsweise gut beforscht sind, stehen Entwicklungsarbeiten und Untersuchungen zur unterrichtlichen Umsetzung von Physikunterricht zur Klimaphysik noch weitgehend aus.

Im Rahmen des Promotionsprojekts soll der Fokus auf experimentelle Zugänge zur Klimaphysik im Rahmen von Unterricht gerichtet werden. Dazu wurden zunächst (mögliche) Experimente mit Bezug zur Klimaphysik zusammengetragen und systematisiert. Im nächsten Schritt sollen an einer Auswahl von zentralen Experimenten Lern- und Verstehensprozesse von Lernenden untersucht werden. Dabei sind vor allem Experimente zum Treibhauseffekt, der als zentral für ein Verständnis des Klimasystems aufgefasst wird, von Interesse. Als möglicher empirischer Zugang zu den beim Experimentieren ablaufenden Verstehensprozessen, aber auch -schwierigkeiten von Schüler:innen zu erhalten, ist methodisch angedacht, Einzel- oder Gruppeninterviews in einem Laborsetting zu führen. Die Durchführung und Auswertung der Experimente soll im Rahmen der Interviews geschehen. Ein geeignetes Auswertungsverfahren soll es ermöglichen, neben den Einblicken in die Lern- und Verstehensprozesse von SchülerInnen auch der Frage nachzugehen, inwieweit die Experimente dazu beitragen können, Fehlvorstellungen zu identifizieren, zu begünstigen oder zu transformieren. Dabei können sowohl spezifische Vorstellungen zur Klimaphysik als auch Vorstellungen über die Funktion von Experimenten im Erkenntnisprozess untersucht werden. Bis zum Zeitpunkt des Vortrags soll die Fragestellung des Promotionsvorhabens ausgeschärft werden. Konkreter Beratungsbedarf besteht im Hinblick auf die Wahl und die Formulierung der Forschungsfragen sowie dem angedachten Erhebungsdesign.

Betreuerin: Sabine Fechner

### **Erfassung digitalisierungsbezogener Kompetenzen im Fach Chemie**

Die fortschreitende Digitalisierung gewinnt sowohl für den Alltag, als auch für die Arbeit von Lehrkräften im naturwissenschaftlichen Unterricht zunehmend an Bedeutung. Unter Berücksichtigung aktueller bildungspolitischer Vorgaben (z.B. KMK, 2019) und Studien zu Lehrkräftefortbildungen (Eickelmann, 2019) stellt sich die Frage nach der hinreichenden Qualifizierung von Lehrkräften im Bereich digitalisierungsbezogener Kompetenzen (DBK). Diese umfassen für den Chemieunterricht insbesondere die fachspezifischen Bereiche der Messwert- und Datenerfassung, der Datenverarbeitung sowie der Simulation und Modellierung (DiKoLAN; Becker et al., 2020) sowie deren kritische Reflexion (Falloon, 2020). Um den Chemieunterricht gewinnbringend mit digitalen Tools, Medien oder Sensoren zu transformieren, ist nicht nur das technische Wissen, sondern auch fachdidaktisches Wissen (FDW) zum Einsatz notwendig (Voithofer et al., 2019). Der zielgerichtete Einsatz digitaler Medien erfordert demnach bestimmte DBK aufseiten der Lehrkräfte .

Für die zielgerichtete Förderung bedarf es zunächst einer Bestandsaufnahme der DBK. Schwierigkeiten ergeben sich in der konkreten Erfassung dieser Kompetenzen: DBK werden bisher vor allem mit Hilfe von Selbsteinschätzungsskalen erhoben, wie sie beispielsweise von Wang et al. (2018) oder Vogelsang et al. (2019) eingesetzt werden. Diese sind jedoch oft fachübergreifend und nicht speziell für den naturwissenschaftlichen Unterricht konzipiert. Ferner berichten Zell und Krizan (2014) und Ernst et al. (2023) über Studien, die zeigen, dass Einschätzungen auf Basis von Selbsteinschätzungsskalen das tatsächliche Kompetenzniveau nicht genau widerspiegeln. Diese Schwächen von Selbsteinschätzungsskalen, die ursprünglich von Kruger und Dunning (1999) berichtet wurden, machen deutlich, dass eine weitere Methode der Kompetenzmessung neben Selbsteinschätzungsskalen notwendig ist.

Obgleich es mit den DiKoLAN-Kompetenzerwartungen eine Annäherung an den naturwissenschaftlichen Unterricht gibt, werden diese ebenfalls noch mit einem Selbsteinschätzungsinstrument DikoLAN-Grid (Kotzebue et al., 2021) erfasst. Es fehlt folglich an Instrumenten, die chemiespezifisch sind und DBK z.B. über situationspezifische Vignettentests erfassen (Rubach & Lazarides, 2023).

Im Rahmen des Promotionsprojektes ist für das Fach Chemie die Entwicklung eines Testinstruments vorgesehen, das mit Vignetten das FDW zum Einsatz digitaler Medien im Chemieunterricht valide messen soll (Wilhelm et al., 2013). Die Entwicklung des Testinstruments baut auf Vorarbeiten aus dem Fach Physik auf (Große-Heilmann et al., 2022) . Mit den entwickelten chemiespezifischen Vignetten können (z.B. im Rahmen von Professionalisierungsmaßnahmen) die Entwicklung der DBK von Chemielehrkräften erhoben werden. Das Instrument soll auch als Grundlage für ein (Online-)Self-Assessment-Tool dienen, mit denen Lehrkräfte Feedback zu ihren DBK erhalten können, um dieses für die individuelle Fortbildungswahl zu nutzen.

Im Rahmen des Vortrags auf dem Doktorierendenkolloquium können Beispielvignetten, das Konstruktionsdesign und das Studiendesign zur Validierung diskutiert werden.

### **Diagnose von Handlungskompetenz im chemischen Praktikum**

Das chemische Laborpraktikum stellt eine besondere Veranstaltungsform im Chemiestudium dar, welche im Anfangsstudium von vielen Studierenden als belastend wahrgenommen wird (Schwedler, 2017). Diese Mehrbelastung kann die Studienzufriedenheit beeinflussen, was ein Faktor für mögliche Studienabbruchentscheidung sein kann (Fleischer et al., 2019). Um dieser Entwicklung entgegenzuwirken, bedarf es Unterstützungsmaßnahmen von Seiten der Universitäten (Busker et al., 2010).

Trotz des handlungsorientierten Ansatzes der Laborpraktika, liegt der Fokus bei der Leistungsbeurteilung der Studierenden häufig auf dem konzeptuellen Verständnis (Prades & Espinar, 2010) der in den Versuchen behandelten Inhalte, welches u.a. durch Auswertungen von Protokollen erfasst wird. Im Hinblick darauf, dass durch Laborpraktika verschiedene Formen von Wissensbereichen, Skills und überfachlichen Kompetenzen vermittelt werden sollen, bedarf es auch einer größeren Vielfalt an Prüfungsformen in den Lehrveranstaltungen (Seery et al., 2024). Die Erfassung der praktischen Handlungskompetenz der Studierenden findet über direkte Beobachtung durch die Lehrenden im Praktikum (Harwood et al., 2020) oder Videographie und spätere Analyse statt (Elert, 2019; Hennah & Seery, 2017; Hensiek et al., 2016; Poensgen, 2022).

Um den Studierenden bereits vor dem Praktikum sowohl Rückmeldung zu ihrem Entwicklungsstand bezüglich ihrer Handlungskompetenz zu geben als auch zugeschnittene Lernangebote durch Rückmeldung zu dem individuellen aktuellen Wissensstand zu schaffen, wird im Rahmen des DigiSelf Projektes an der Universität Paderborn ein Online-Self-Assessment-Tool entwickelt. Für dieses wurden für das „Allgemeine Chemie Praktikum“ grundlegende Handlungssituationen mit Blick auf basale Skills analysiert, die in verschiedenen Situationen im Praktikum eine Rolle spielen. Mit Skills werden hierbei Vorgehensweisen beschrieben, die immer wieder in ähnlicher Form auftauchen. Beispielsweise ist hierunter das Ablesen von Füllständen verschiedener Messgeräte mit Hilfe des Meniskus zu verstehen. Die Handlungskompetenz der Studierenden in den Situationen wird dabei im Sinne des Modells der Kompetenz als Kontinuum (Blömeke et al., 2015) verstanden und unter der Berücksichtigung des Vorgehens von Bauer (2023) und Bartels et al. (2019) erfasst. Das Self-Assessment soll den Entscheidungsprozess der Studierenden in einer Handlungssituation erfassen und das Niveau in den einzelnen benötigten Skills durch Items in verschiedenen geschlossenen Antwortformaten erfassen. Inwieweit die Handlungskompetenz der Studierenden in dieser Form erfasst werden kann, soll mit Hilfe einer qualitativen Videostudie analysiert werden. Die Studierenden beantworten die Items des Self-Assessment Tools und führen mit einem Abstand von zwei Wochen konkrete praktische Handlungen im Labor durch. Dabei filmen sie sich mit Hilfe von Videokameras aus der Egoperspektive, wie sie an verschiedenen Stationen experimentieren und entsprechende Skills anwenden.

Betreuerin: Stefanie Schwedler

### Die Chemie als Teil einer Sachunterrichtsidentität bei Studierenden

Professionalisierung angehender Lehrkräfte beinhaltet die Entwicklung einer professionellen Identität, d.h. u.a. die Rollenfindung als Lehrkraft und die Schaffung eigener Handlungsfähigkeit (Hericks et al. 2019), die sich positiv auf Unterrichtsqualität auswirken (Baier et al., 2018). Identitäten einer Person werden situativ in Aushandlung des Individuums mit seinem sozialen Umfeld (Abels, 2017) im Rahmen der (Un-)Möglichkeiten (z.B. stereotype Vorstellungen über Mitglieder eines Fachs; vgl. Archer et al., 2017) konstruiert.

Für die Identitätskonstruktion von Professor\*innen des Sachunterrichts (SU) ist die Abgrenzung zu den Bezugswissenschaften wichtig und der Sachunterricht selber gilt als das Fach (Reh, 2020). Entsprechend fordert die Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts die Ausbildung einer kohärenten Fachidentität (GDSU, 2019) als Ziel der Lehrer\*innenbildung. Über die Identitätskonstruktionen von SU-Studierenden ist derzeit noch nichts bekannt. Die Umsetzung der Vielperspektivität des Sachunterrichts in der Studienstruktur anhand natur- und gesellschaftlicher Bezugswissenschaften legt allerdings nahe, dass das Vorliegen einer kohärenten Fachidentität bei Studierenden unwahrscheinlich ist. Zusätzlich erschweren stereotype Vorstellungen von Naturwissenschaften und naturwissenschaftlichem Unterricht es angehenden Grundschullehrkräften, diese Identitäten für sich zu reklamieren (Birmingham et al., 2017; Danielsson & Warwick, 2014; Dunker, 2016), weshalb die naturwissenschaftliche Perspektive in der sachunterrichtlichen Fachidentität von besonderem Interesse ist.

Ziel des Projekts: Im Projekt werden die Charakteristika der sachunterrichtliche(n) Fachidentität(en) von SU-Studierenden untersucht:

- (1) Wie konstruieren SU-Studierende ihre Fachidentitäten auf Basis ihrer Biografie- und Studieneerfahrungen?
- (2) Welche Rolle kommt dabei der Chemie (naturwissenschaftliche Perspektive) zu?

Forschungsmethoden: Zur Beantwortung der Fragen werden SU-Studierende der Universität Bielefeld in höheren Semestern befragt. Da diese Zielgruppe sowohl Erfahrungen aus der Zeit vor dem Studium als auch im Studium aufweist, werden biografisch-narrative Interviews mit der Unterstützung eines art-based-Ansatzes (River of Life, Gonsalves et al., 2023) durchgeführt. Eine Pilotierung erfolgt im Wintersemester 2024/25. Die Interviews sollen rekonstruktiv ausgewertet werden.

Beratungsbedarf: Eine Schwierigkeit bei biografisch-narrativen Interviews ist, dass die Befragten häufig keine langen Erzählungen generieren, sondern nur kurze Beschreibungen oder Argumentationen tätigen (Holmegaard, 2020). Außerdem sind für die Rekonstruktion von Identität unterschiedliche Methoden abzuwägen (z.B. narrative Identität, Lucius-Hoene & Deppermann, 2003; dokumentarische Methode, Nohl, 2017). Im Vortrag sollen erste Ergebnisse aus der Pilotierung vorgestellt und daran methodische Optimierungen diskutiert werden.

### **Digitale Messwerterfassung: Handlungsintentionen von Physiklehrkräften**

Digitale Messwerterfassung ist zentrales Element eines Physikunterrichts, der Schüler:innen ein modernes Bild der Physik sowie die notwendigen Kompetenzen für das Leben in einer digitalen Welt vermittelt. Dennoch erfolgt die Messwerterfassung im Physikunterricht bis heute vielfach analog. Neben der mangelnden Ausstattung von Schulen ist eine Ursache darin zu sehen, dass es vielen Lehrkräften bislang an den für den Einsatz digitaler Messwerterfassung im Physikunterricht notwendigen Kompetenzen mangelt. Diese Annahme bildet den Ausgangspunkt des vorliegenden Dissertationsprojekts. Ziel ist es, Erkenntnisse zu gewinnen, wie sich durch entsprechende Professionalisierung die Intention der Lehrkräfte zur Nutzung digitaler Messwerterfassung in ihrem Unterricht steigern lässt.

Die theoretische Grundlage bildet die Theory of Planned Behavior (Ajzen, 1991) nach der individuelle Handlungsintentionen von den eigenen Einstellungen, subjektiven Normen und Kontrollüberzeugungen beeinflusst werden. Konkret soll in diesem Dissertationsprojekt (u.a.) den folgenden (vorläufigen) Forschungsfragen nachgegangen werden:

FF1 Welche Handlungsintentionen, Einstellungen, subjektiven Normen und Kontrollüberzeugungen zum Einsatz digitaler Messwerterfassung im Physikunterricht finden sich bei (angehenden) Physiklehrkräften?

FF2 Welche berufs- und lernbiographischen Erfahrungen bringen (angehende) Physiklehrkräfte in einen Zusammenhang mit einer Bestärkung ihrer Handlungsintentionen zum Einsatz digitaler Messwerterfassung?

FF3 Welche Rolle spielen die Einstellungen, subjektiven Normen und Kontrollüberzeugungen (angehender) Physiklehrkräfte in den berufs- und lernbiographischen Erfahrungen, die sie in einen Zusammenhang mit einer Bestärkung ihrer Handlungsintentionen zum Einsatz digitaler Messwerterfassung bringen?

Den Kontext für die Untersuchung der Fragen bildet eine im BMBF-geförderten Projektverbund DigiProMIN entwickelte mehrteilige Lehrkräftefortbildung. In mehreren, kumulativ aufeinander aufbauenden Einheiten 1) lernen die Teilnehmenden in dieser Fortbildung die Grundlagen digitaler Messwerterfassung am Beispiel eines low-cost digitalen Messwerterfassungssystems kennen, 2) vertiefen sie ihr Wissen und Können im Rahmen von Selbstlerneinheiten, 3) erproben sie dessen Einsatz in ihrem eigenen Physikunterricht, und 4) reflektieren diese Praxiserfahrung.

Im Sommersemester 2024 wurden die für die Fortbildung entwickelten Lern-Arrangements mit Physik-Lehramtsstudierenden pilotiert. Zwecks einer ersten Annäherung an die obigen Fragen wurden mit Teilnehmenden dieser Pilotierung sowie weiteren Physik-Lehramtsstudierenden strukturierte Interviews bzgl. ihrer Handlungsintentionen, Einstellungen, subjektiven Normen und Kontrollüberzeugungen zum Einsatz digitaler Messwerterfassung im Physikunterricht durchgeführt. Im Vortrag werden die Gesamtanlage des Dissertationsprojekts beschrieben, Einblicke in die entwickelte Fortbildung gegeben und erste Befunde der eben skizzierten Interviewstudie vorgestellt.

### **Akzeptanz physikdidaktischer Innovationen von Lehrkräften**

In der Fachdidaktik besteht die Forderung, dass wissenschaftliche Befunde die Grundlage für das professionelle Handeln von Lehrpersonen bilden. Dazu müssen fachdidaktische Erkenntnisse in die Praxis überführt werden. Dieser Transfer fachdidaktischer Innovationen in die Praxis erfolgt dabei in zwei Schritten: Zunächst müssen Lehrpersonen Kenntnis über wissenschaftliche Befunde erlangen. Dabei können entweder Forschende auf Lehrpersonen zugehen und ihre Erkenntnisse beispielsweise in Form von Fort- und Weiterbildungsprogrammen verbreiten, oder Lehrpersonen sich selbstständig beispielsweise über Unterrichtszeitschriften über neueste fachdidaktische Erkenntnisse informieren. Im nächsten Schritt müssen Lehrpersonen die fachdidaktischen Innovationen im eigenen Unterricht implementieren. In beiden Schritten dieses Transferprozesses bestehen mehrere Hürden, die teilweise wenig untersucht wurden. Einer dieser Hürden stellen die Einstellungen von Lehrkräften gegenüber fachdidaktischer Forschung dar.

Es könnte angenommen werden, dass eine positive Einstellung gegenüber physikdidaktischer Forschung die Voraussetzung dafür ist, dass physikdidaktische Innovationen von Lehrkräften akzeptiert werden. Unter Akzeptanz wird hier nicht nur eine positive Haltung gegenüber einer Innovation verstanden, sondern berücksichtigt darüber hinaus die tatsächliche Verankerung im Unterricht. In diesem Sinne kann von Akzeptanz gesprochen werden, wenn eine Lehrperson bezüglich einer physikdidaktischen Innovation a) eine positive Haltung aufweist und Handlungsintentionen formuliert (Einstellungsakzeptanz) und b) die Innovation langfristig im Unterricht Anwendung findet (Nutzungsakzeptanz).

Im Rahmen des Verbundprojekts ComeMINT werden Fortbildungen zu unterschiedlichen digitalen Medien für den Physikunterricht entwickelt. Die Fortbildungen werden den Lehrkräften sowohl digital als Selbstlerneinheit, als auch in Form von Präsenzveranstaltungen zur Verfügung gestellt. In diesem Forschungsvorhaben soll der Transferprozess der in den Fortbildungen vorgestellten fachdidaktischen Innovationen bis zur tatsächlichen Umsetzung im Unterricht der Lehrkräfte exemplarisch untersucht werden. Der Forschungsschwerpunkt liegt in der Analyse des Zusammenhangs zwischen der Einstellung gegenüber physikdidaktischer Forschung und der Akzeptanz physikdidaktischer Innovationen. Zu Beginn der Fortbildungen werden die Einstellungen zur physikdidaktischen Forschung der Physiklehrkräfte anhand eines Fragebogens erfasst. Direkt im Anschluss an die Fortbildung wird die Einstellungsakzeptanz ebenfalls mit Hilfe eines Fragebogens ermittelt. Bei Onlinefortbildungen können darüber hinaus Informationen aus den Logdateien gewonnen werden. Um das tatsächliche Nutzungsverhalten zu untersuchen, werden mit einem Teil der Lehrkräfte einige Wochen nach der Fortbildung Interviews durchgeführt. Auf diese Weise kann sowohl die Häufigkeit und die Qualität der Nutzung erfasst, als auch Gründe für die Nichtnutzung genauer exploriert werden.

Betreuerin: Insa Mella

### Effekte Transparenz schaffender digitaler Lernumgebungen

Die Fähigkeit zum selbstregulierten Erwerb von Kompetenzen wird als eine Schlüsselkompetenz in der modernen Gesellschaft angesehen (z. B. Foster & Piacentini, 2023; González-Pérez & Ramírez-Montoya, 2022). Parallel dazu werden digitale Tools aufgrund der zunehmenden Verfügbarkeit und Nutzung digitaler Endgeräte immer häufiger in den Unterricht integriert (Robert Bosch Stiftung, 2023). Multimediales Lernen nimmt somit eine immer zentralere Rolle im Unterricht ein und stellt die Lernenden vor kognitive Herausforderungen und Selbstvertrauensprobleme (Hoch, Scheiter & Schüler, 2020). Selbstreguliertes Lernen sowie Lerntransparenz können hierbei unterstützend wirken (Perels & Dörrenbächer, 2020; Winkelmes, 2023).

Als theoretischer Rahmen dieser Studie dient das Selbstregulationsmodell von Zimmerman (2000; 2003), das in Form eines Prozessmodells zwischen Planungs-, Handlungs- und Reflexionsphasen unterscheidet. Ausgehend von diesem Modell wird besonders auf zwei Aspekte fokussiert: Erstens soll durch transparente Kommunikation von Erwartungen und Zielen die Planungsphase des Lernprozesses durch die Schüler:innen unterstützt werden. Zweitens sollen die Lernenden in der Reflexionsphase die Ziele im Hinblick auf ihr Lern- und Arbeitsverhalten reflektieren.

Für die Untersuchung wird eine modulare und digitale Lernumgebung zum Thema "Chemisches Gleichgewicht" für die Sekundarstufe II entwickelt. Diese Lernumgebung bietet den notwendigen fachlichen und didaktischen Rahmen, um Lernziele transparent zu machen und zur Reflexion anzuregen, was sich positiv auf den Lernprozess auswirken sollte (z. B. Minbiolo, 2016; Brame & Biel, 2015; Hattie & Donoghue, 2016; Orr et al., 2022). Zu Beginn der Lernumgebung werden Ziele kommuniziert, die den Schüler:innen einen Überblick darüber geben, was sie lernen und welche Aufgaben sie bearbeiten sollen. Außerdem erhalten sie Unterstützung dabei, ihre Lernleistung adäquat zu bewerten (Winkelmes, 2023).

Die Lernenden bearbeiten zunächst eine Lerneinheit, die aus Videos, Simulationen und Texten besteht, und anschließend vertiefende Aufgaben. Nach Abschluss der Aufgabenbearbeitung reflektieren sie zielgerichtet ihren Lernprozess. Nach der Selbstbewertung ihres Lernprozesses haben die Schüler:innen drei Möglichkeiten: Erstens können sie ihre Aufgabenbearbeitung korrigieren. Zweitens haben sie die Möglichkeit, ihr Fachwissen durch eine weitere Aufgabe zu vertiefen. Drittens können sie direkt zum nächsten Modul übergehen.

Die Intervention erfolgt mit drei Vergleichsgruppen in der Sekundarstufe II. In den Gruppen werden Zieltransparenz und Reflexion unterschiedlich realisiert, so dass deren Wirkung analysiert werden kann. Dazu werden der Arbeitsprozess und der Fachwissenserwerb analysiert, wobei auch das Fähigkeitsselbstkonzept, die Usability und die Attraktivität sowie der Cognitive Load einbezogen werden.

Betreuerin: Heidrun Heinke

### **Einstiege in das Experimentieren mit Smartphones und Tablets**

Vor dem Hintergrund der voranschreitenden Digitalisierung und der Einführung von mobilen Endgeräten in der schulischen Lehre erscheint in den MINT-Fächern der Bereich der digitalen Messwerterfassung unter Nutzung von Smartphones (und Tablets) besonders relevant. Hierfür wurde an der RWTH Aachen die kostenfreie App phyphox entwickelt, mit der sich vielfältige Experimente durchführen lassen. Die Messdaten der in Smartphones integrierten Sensoren werden dabei ausgelesen und durch eine numerische und graphische Auswertung für einen einfachen Zugang der Lernenden aufbereitet. Die Nutzung eines Gegenstandes aus dem Alltag der Schüler:innen als Messinstrument in authentischen Kontexten kann dabei helfen, einem abnehmenden Interesse im MINT-Bereich entgegenzuwirken.

Deshalb wurde eine 90-minütige Unterrichtseinheit als modularer Lernzirkel mit einer Einführung und Stationen zu verschiedenen physikalischen Themengebieten wie Akustik, Magnetismus, Mechanik und Optik sowie fächerübergreifenden Inhalten, die Physik mit Biologie oder Chemie verbinden, konzipiert. Er adressiert Schüler:innen der Jahrgangsstufen 7-10, kann aber im Sinne eines didaktischen Doppeldeckers ebenso in Form von Fortbildungen für eine Einführung von Lehrkräften in die Thematik verwendet werden. Der Lernzirkel wurde so entwickelt, dass sich die Schüler:innen nach einer 30-minütigen interaktiven Einführung zu den Einsatzmöglichkeiten und zum Umgang mit der App für 45 Minuten selbstständig mit Smartphone-Experimenten in Alltagskontexten beschäftigen und praktische Einblicke in die Funktionalität der Sensoren erhalten.

Erste Erprobungen von sechs Stationen mit 250 Schüler:innen haben gezeigt, dass ein hohes Interesse an den vorgestellten Inhalten besteht. Beobachtete Probleme wurden in Überarbeitungszyklen im Rahmen des Design-Based Research-Ansatzes behoben. Durch die Erarbeitung weiterer Stationen kann den Lehrkräften eine Auswahl an verschiedenen Experimentvorschlägen (teilweise in Form von low-cost-Experimentiersets) für die Einführung in das Experimentieren mit phyphox zur Verfügung gestellt werden, welche sie auch im Verlauf des Schuljahres im Unterricht einsetzen können.

Ziel der Promotion ist es, die Wirksamkeit des Einsatzes des Lernzirkels und/oder der Experimente aus einzelnen Stationen bezüglich der Förderung des Physikinteresses bei Schüler:innen der Jahrgangsstufen 7 bis 10 zu untersuchen. Parallel werden Befragungen von Lehrkräften bezüglich ihrer Einstellung zu Smartphone-Experimenten durchgeführt und die Häufigkeit ihres Einsatzes im Unterricht erfasst. Damit wird auch der Frage nachgegangen, ob das Erleben des Lernzirkels und der damit verbundenen Vielfalt von Smartphone-Experimenten zu einem möglichen Wandel in der Akzeptanz solcher Experimente bei Lehrkräften führen kann.

Der Vortrag stellt das Konzept des Lernzirkels und die Zusammenstellung der Experimentiersets vor. Zudem werden Forschungsfragen konkretisiert sowie mögliche Studiendesigns präsentiert und zur Diskussion gestellt.

Betreuer: Christoph Kulgemeyer

### **Wissenschaftsskepsis von Lehrkräften gegenüber der Physikdidaktik**

Mit den Standards zur Lehrerbildung legte die Kultusministerkonferenz fest, dass Lehrkräfte wissenschaftliche Forschungsergebnisse als Grundlage ihrer unterrichtlichen Tätigkeiten heranziehen sollen. Bereits im Lehramtsstudium stellt die Ausbildung von Lehrkräften zum wissenschaftlichen Denken und Handeln ein wichtiges Ziel dar. Allerdings zeigt sich, dass die Relevanz aktueller Forschungsergebnisse für die Praxis von Lehrkräften als eher gering eingestuft wird und die Implementation fachdidaktischer Erkenntnisse in die Praxis nur unzureichend gelingt.

Beim Verständnis dieses Problems könnten u.a. Überzeugungen von Lehrkräften zur fachdidaktischen Forschung einen wichtigen Aspekt darstellen: Sie bilden neben kognitiven Variablen einen wichtigen affektiven Faktor der professionellen Kompetenz, welche eine notwendige Ressource für das Handeln von Lehrkräften darstellt und mit der Einstellung gegenüber dieser Wissenschaft verbunden sind. Demnach könnten die Überzeugungen von Physiklehrkräften gegenüber der physikdidaktischen Forschung beeinflussen, inwiefern sie Erkenntnisse dieser Wissenschaft für ihren Unterricht berücksichtigen. Allerdings sind diese Überzeugungen und die damit verbundenen Einstellungen zur Physikdidaktik weitgehend unbekannt. Sie sollen im Rahmen dieses Projekts untersucht werden.

Zentral ist dabei die Fragestellung, ob Physiklehrkräfte eine Wissenschaftsskepsis gegenüber der physikdidaktischen Forschung aufweisen, welche die mangelnde Evidenzbasierung in der Unterrichtspraxis begründen könnte. Zunächst konnte bei N=187 Lehrkräften im Beruf keine eindeutige wissenschaftsskeptische Einstellung festgestellt werden, allerdings auch keine ausgeprägt wissenschaftszugewandte Haltung gegenüber der Physikdidaktik. Zudem stellte sich heraus, dass es ein unklares Bild dessen gibt, was physikdidaktische Forschung ist. Deshalb soll im nächsten Schritt untersucht werden, welche Vorstellungen Physiklehrkräfte von den Methoden und Zielen der physikdidaktischen Forschung haben. Es ist wahrscheinlich, dass unter Lehrkräften keine einheitlichen Vorstellungen darüber existieren, was die wissenschaftliche Disziplin Physikdidaktik ausmacht, mit welchen Fragestellungen sie sich beschäftigt und mit welchen Methoden sie dabei vorgeht.

Insgesamt sollen für das Projekt sowohl leitfadengestützte Interviews als auch Fragebögen eingesetzt werden. Mithilfe der Interviews sollen zunächst explorativ Vorstellungen und Einstellungen von Studierenden, Referendar\*innen und Lehrkräften erhoben werden, welche anschließend anhand von Fragebögen in einer größeren Stichprobe untersucht werden können. Mithilfe der Fragebögen sollen auch die Zusammenhänge zwischen den Einstellungen der Lehrkräfte mit berufsbiographischen Variablen wie Berufserfahrung, Zugang zum Lehrberuf und Schulform untersucht werden.

Betreuer: Mathias Ropohl

### **Inklusive Experimente: Erhebung von Barrieren & Chancen mit Vignetten**

Die UN-Behindertenrechtskonvention fordert seit 2006 neben der für alle Menschen anzustrebenden Teilhabe an der Gesellschaft die Reform der Lehrkräftebildung, um Lehrkräfte auf die Anforderungen einer inklusiven Bildung vorzubereiten. Entsprechend hat NRW Lehrinhalte bzgl. des konstruktiven Umgangs mit Inklusion in den Inhalten der Lehramtsstudiengänge verankert. Die Vorbereitung ist aus naturwissenschaftlicher Perspektive jedoch nicht zufriedenstellend entwickelt. Somit stellt die Evaluation entsprechender Ausbildungsmodule für die Umsetzung des experimentgestützten entdeckenden Lernens im inklusiven Sach- und Chemieunterricht ein Forschungsdesiderat dar.

Ziel des Promotionsvorhabens ist die Entwicklung und Evaluation von Lehrvignetten für die Lehrkräftebildung, die den Erwerb von Kompetenzen zur Planung und Umsetzung von Experimenten im inklusiven Sach- und Chemieunterricht fördern.

Im ersten von drei Meilensteinen werden mögliche exkludierende Elemente im experimentgestützten Sach- und Chemieunterricht sowie mögliche methodische Handlungsweisen zu ihrer Überwindung erhoben. Die Erhebung erfolgt mittels Unterrichtsvignetten. Die Unterrichtsvignetten wurden auf Basis realer Unterrichtsvideos erstellt und mit Schüler:innenprofilen kombiniert, welche Schüler:innen mit verschiedenen sonderpädagogischen Förderschwerpunkten darstellen. Die Auswahl der Szenen und Schüler:innenprofile basiert auf einer systematischen Beschreibung und Zuordnung bekannter Förderschwerpunktspezifischer Voraussetzungen zu den Phasen des Experimentierens. Dadurch kann das Barrierepotenzial der verschiedenen Kombinationen aus Experimentierphase und Förderschwerpunktspezifischen Voraussetzungen gezielt in den Vignetten abgebildet werden. Anschließend werden die Vignetten mit Hilfe eines Onlinebefragungstools erfahrenen sonderpädagogischen Lehrkräften aus NRW ( $\geq 60$ ) zur Bearbeitung vorgelegt.

Die Antworten werden nach der strukturierten, qualitativen Inhaltsanalyse ausgewertet. Als Ergebnis werden den Experimentierphasen zuzuordnende, Förderschwerpunktspezifische Barrieren und methodische Lösungen erwartet. Basierend auf den Ergebnissen wird ein Handlungskatalog für die Planung und Umsetzung von Experimenten im inklusiven Sach- und Chemieunterricht erarbeitet. Im Fokus steht der zum Abbau von Barrieren durch angepasste methodische Handlungsweisen. Derzeit erfolgt die online Erhebung, sodass erste Ergebnisse auf dem Doktorierendenkolloquium vorgestellt werden können.

Im zweiten Meilenstein erfolgt die Ausarbeitung von Lehrvignetten für den Einsatz in der Lehrkräftebildung. Als Basis dienen sowohl der in Meilenstein 1 ausgearbeitete Handlungskatalog, sowie erneut Szenen aus realen Unterrichtsvideos. In Meilenstein 3 werden die erstellten Lehrvignetten im Rahmen der Lehrkräftebildung an der Universität Duisburg-Essen evaluiert.

Betreuerin: Heidi Reinholz

### **Planung von Experimenten für den Physikunterricht Bestandsanalyse zur Entwicklung eines Mentoringkonzepts**

Das Experiment ist ein zentrales Element des Erkenntnisprozesses in der Physik. In diesem Zusammenhang ist die Entwicklung experimenteller Kompetenzen als grundlegende Erkenntnisquelle ein wesentlicher Arbeitsschwerpunkt des Physikunterrichtes. (Goertz et al., 2019; Kircher et al., 2020; Schecker et al., 2016) Daher bedarf das Experimentieren bereits in der Lehramtsausbildung einer besonderen Aufmerksamkeit. Dazu werden in den verschiedenen Phasen der Lehramtsausbildung Mentoringgespräche durchgeführt, die die Planung, die Durchführung und die Reflexion von Experimenten adressieren. Im speziellen Fokus dieses Projektes steht das Professionswissen, als Teilaspekt der professionellen Handlungskompetenz (Baumert & Kunter, 2006), von Physikstudierenden bei der Planung schulischer Experimente (Planungskompetenz) und die im Rahmen eines experimentellen Seminars geführten Mentoringgespräche, die durch verschiedene Erhebungsmethoden untersucht und beschrieben werden. Dabei wird die Beschreibung durch folgende Forschungsfragen geleitet:

- Wie laufen intuitiv geführte Mentoringgespräche zur Planung von Experimenten mit angehenden Lehrpersonen ab?
- Wie entwickelt sich die Planungskompetenz durch Mentoring?
- Welche Hinweise geben von Studierenden erstellte Planungsmaterialien auf die notwendige Schwerpunktsetzung beim Mentoring?

Basierend auf den Empfehlungen für die Unterrichtspraxis nach Kircher et al. (2020), dem Modell experimenteller Teilkompetenzen nach Nawrath et al. (2011) und dem Modell professioneller Handlungskompetenz nach Baumert und Kunter (2006) erfolgt die Auswertung der erhobenen Daten. Nach einer umfassenden Beschreibung der Entwicklung des Professionswissens und der Wirkung von bisher intuitiv geführten Mentoringgesprächen anhand der drei Erhebungsmethoden sollen Empfehlungen zum Inhalt und zur Art der Durchführung von Mentoringgesprächen zur Planung von Experimenten für den Physikunterricht abgeleitet werden.

In dem Vortrag werden die verschiedenen Erhebungs- und Analysemethoden vorgestellt. Die Diskussion erster Ergebnisse eröffnet einen Ausblick für die möglichen Entwicklungsfelder im Mentoring.

### **Systemkompetenz im Fach Chemie: Kompetenzmodellierung & Testentwicklung**

Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) betrachtet Phänomene und Prozesse aus der Perspektive von Nachhaltigkeit und beschreibt Systemkompetenz als eine dazu nötige Schlüsselkompetenz (UNESCO, 2017). Systemkompetenz meint dabei eine Reihe von Fähigkeiten für den Umgang mit komplexen Systemen (Arnold & Wade, 2015). Chemieunterricht spielt eine wichtige Rolle für BNE, da viele Phänomene, Prozesse und Systeme auf chemischen Konzepten und Prinzipien beruhen. Die Forschung zu Systemkompetenz im Fach Chemie wird aktuell vor allem auf Studierende bezogen und die wenigen Studien im Kontext von Schulbildung fokussieren auf die Umsetzung im Lehrplan (Budak & Ceyhan, 2024). Vor diesem Hintergrund zielt das Promotionsvorhaben darauf ab, den Kompetenzstand von Lernenden der Sekundarstufe II (Sek. II) im Bereich von Systemkompetenz im Fach Chemie zu erheben und adressiert die Forschungsfrage, inwieweit Lernende der Sek. II Fähigkeiten der Systemkompetenz erworben haben.

Zur Beantwortung der Frage ist das Projekt in drei Schritte gegliedert. Der erste Schritt umfasst eine Literaturrecherche zur Synthese von Merkmalen chemischer Systeme und die Entwicklung eines Kompetenzmodells von Systemkompetenz für das Fach Chemie. Das an bisherigen Modellierungen (Rempfler & Uphues, 2011) anknüpfende Kompetenzmodell umfasst die beiden Dimensionen Systemorganisation und Systemverhalten. Auf Grundlage der Strukturkomplexität von Systemen werden drei Kompetenzstufen für beide Dimensionen unterschieden. Für jede Kompetenzstufe sind dimensionsbezogen spezifische Fähigkeiten adaptiert worden (vgl. York & Orgill, 2020). Zusätzlich wurde in diesem Schritt bereits ein Flussdiagramm mit den Merkmalen chemischer Systeme erstellt, das durch eine logische Verknüpfung der Merkmale das Erstellen oder Auswählen passender Systeme im nächsten Projektschritt erleichtern soll. Der zweite Schritt, der aktuell bearbeitet wird, umfasst die Konzeptionierung von chemischen Systemen, die anschließend für die Entwicklung von Testaufgaben zur Messung der Fähigkeiten aus dem Kompetenzmodell genutzt werden sollen. Dabei sollen insgesamt 30 Testitems mit dem Kontext Wasser entstehen, welche auf verschiedenen Systemen basieren, die mit Hilfe des Flussdiagramms aus dem ersten Projektschritt erstellt wurden. Die nach diesem Vorgehen entwickelten Testitems werden dann auf Testhefte verteilt. Jedes Testheft wird 18 Items, enthalten; zu jeder Kompetenz drei Items. Die Testaufgaben werden im Anschluss im dritten Schritt des Projekts validiert und zur Messung der Systemkompetenz von Lernenden der Sek. II genutzt. Dazu werden die im zweiten Schritt entwickelten Testhefte zufällig auf Testpersonen verteilt. Aktuell wird eine Gesamtstichprobe von etwa 500 bis 600 Lernenden angestrebt.

Betreuerin: Heidi Reinholz

### **Konzeption, Entwicklung und Evaluation eines Laserlabors für Schüler:innen**

Das Lehr-Lern-Labor PhySch (Physik und Schule) an der Universität Rostock bietet eine Vielzahl von Themen als Projekttag für Schüler:innen an. Es wird eine thematische Erweiterung des Angebots geplant, wobei der zentrale Aspekt der Promotionsarbeit die Konzeption und Entwicklung eines „LaserLabs“ im Design-Based Research (DBR) Verfahren (Brown, 1992) darstellt. Es werden die Forschungsfragen (FF) untersucht:

FF I: Welche Inhalte können im Rahmen des LaserLabs über den Aufbau, die Funktionsweise und die Anwendung von Lasern vermittelt werden?

FF II: Welche Schülervorstellungen existieren im Bereich der Laserphysik?

FF III: Welchen Einfluss hat das LaserLab auf die intrinsische Motivation und das Studieninteresse der Schüler:innen?

Es liegen zwei verknüpfte DBR-Zyklen vor: Zum einen wird auf Dozent-Studierenden-Ebene semesterübergreifend mit verschiedenen Studierenden das LaserLab (weiter)entwickelt. Dabei erhalten die Studierenden einen Input zur Laserphysik und fachliche sowie didaktische Begleitaufgaben. Zu Beginn werden die Studierenden interviewt, was sowohl für die FF II verwendet wird, als auch das Vorwissen erfasst. Die Studierenden werden bei der Entwicklung und Erstellung unterstützt, indem bereits vorkonzeptionierte Lerneinheiten mit möglichen Experimenten präsentiert werden. Im Rahmen der Promotionsarbeit wurde im Vorfeld eine erste Selektion und Aufbereitung der Inhalte für die Studierenden getroffen. Diese wurde ausgehend von einer Erhebung zu inhaltlichen und methodischen Wünschen von Lehrkräften für ein zukünftiges LaserLab entwickelt. Zudem wurden Experimente und eine Simulation speziell für die Funktionsweise eines optischen Resonators entwickelt. Abschließend werden die Studierenden nochmals zur Begründung der ausgewählten Inhalte für das LaserLab interviewt, um FF I zu untersuchen. Am Ende des Zyklus steht die Reflexion und Überarbeitung des Kurses der Studierenden an, um im kommenden Semester die Einarbeitung neuer Studierender zu verbessern. Zudem werden die neuen Studierenden auf Basis des existierenden LaserLabs und gewonnener Erkenntnisse an der Entwicklung anschließen.

Der zweite DBR-Zyklus ist auf Studierenden-Schüler:innen-Ebene und umfasst die eigentliche Entwicklung des LaserLabs. Dabei greifen die Studierenden auf teils vorgefertigte Materialien zurück und adaptieren das Projekt. Es sind mehrere Durchläufe mit Schulklassen angesetzt, sodass nach jeder Durchführung eine Reflexion und Überarbeitung der einzelnen Lerneinheiten folgt. Außerdem wird bei jeder Klasse am Ende des Projekttags durch eine adaptierte Kurzskala (Wilde, 2009) die intrinsische Motivation und die Änderung des Studieninteresses der Schüler:innen erhoben, um die FF III zu untersuchen.

Um die Fehlvorstellungen zu untersuchen, werden ausgehend von Interviews mit Studierenden sowie weitere Interviews mit Schüler:innen und fachfremden Studierenden Vorstellungen zur Laserphysik ermittelt. Ergänzt werden diese Erkenntnisse mit Literatur und Expertenvorschlägen. Aus den erhobenen Vorstellungen werden anschließend offene Fragen entwickelt. Die Antworten daraus können später als Distraktoren fungieren. Anschließend soll nun ein 4-stufiger Multiple-Choice-Test entwickelt werden.

Betreuerin: Stefanie Schwedler

### **Lernen mit Simulationen in Lehrkräftefortbildungen**

Digitale Simulationen und Modellierungen sind wirkmächtige Instrumente des digital angereicherten Chemieunterrichts (Landriscina, 2013). Trotz guter Verfügbarkeit auf dem Bildungsmarkt nutzen Chemielehrkräfte kaum Simulationen in ihrem Unterricht. Implementationsbarrieren für die Nutzung von digitalen Medien können zum Beispiel mangelnde Vorerfahrungen der Lehrkräfte sein, oder mangelndes didaktisches Wissen (TPACK, Mishra & Köhler, 2006). Eine systematische Untersuchung der Implementationsbarrieren zum Lernen mit Simulationen steht jedoch noch aus. Lehrkräfte sollen somit zum Lernen mit Simulationen fortgebildet werden, wobei sich für die Unterstützung eines nachhaltigen Transfers der Erkenntnisse projektbasierte Lehrformate (Krajcik & Blumenfeld, 2006) an authentischen Lernorten anbieten.

Ziel: Ziel des chemischen Teils des vom BMBF geförderten Verbundprojekts LFB-Labs-digital ist erstens, transferstarke Lehrkräftefortbildungen zum Lernen mit Simulationen zu konzipieren. In der Fortbildung entwickeln Lehrkräfte projektbasiert Lernsettings mit Simulationen für das teutolab-chemie und erproben diese mit ihren Schüler\*innen.

Zweitens liegt der Forschungsfokus des begleitenden Promotionsprojekts auf der Eruiierung der Implementationsbarrieren (Vorerfahrungen, Akzeptanz, Selbstwirksamkeit und didaktisches Wissen (TPACK)) bezüglich des Lernens mit Simulationen. Zudem soll die Wirksamkeit der projektbasierten Lehrkräftefortbildung hinsichtlich des Abbaus der Implementationsbarrieren und des Praxistransfers ermittelt werden.

Forschungsmethoden: Auf Basis des design-based-research-Ansatzes wurde eine sequenzielle Fortbildung entwickelt und im Wintersemester 23/24 mit Lehrkräften (N=4) erprobt. Während der Fortbildung werden die Implementationsbarrieren zum Einsatz von Simulationen im Chemieunterricht ermittelt, sowie der Einfluss der Methode des projektbasierten Lernens als Bestandteil der Fortbildung auf den Abbau dieser Implementationsbarrieren. Eine optimierte weitere Intervention ist im Wintersemester 24/25 geplant. Beide Interventionsiterationen werden durch quantitative Fragebögen (Prä-Post) und begleitende Einzelfallstudien (Interviews, Arbeitsergebnisse, teilnehmende Beobachtung, Gruppeninterviews) mit Follow-Up-Erhebung begleitet.

Erste vorläufige Ergebnisse indizieren eine hohe Akzeptanz des projektbasierten Lernens und deuten darauf hin, dass die Teilnehmenden im Vorfeld wenige Vorerfahrungen mit der Nutzung von Simulationen gesammelt haben. Zudem konnten unterschiedliche Implementationsbarrieren ermittelt werden.

Beratungsbedarf: Eine Schwierigkeit besteht in der Auswertung der Daten aufgrund der vielen unterschiedlichen Erhebungsmethoden. Vor dem Hintergrund der komplexen Erhebungsstrategie ist eine Beratung bezüglich der Schwerpunktsetzung erwünscht. Ebenfalls ist die Erhebung von Implementationsbarrieren aufgrund der geringen Stichprobe auch mit Lehrkräften außerhalb der Fortbildung vorgesehen, wobei die genau Umsetzung zurzeit in Planung ist.

Betreuer: Daniel Laumann

### **Einflüsse von Somatosensorik und Vorwissen auf räumliche Kontiguität**

Das breite Spektrum digitaler Technologien als möglicher Ergänzung von Experimenten in der Lehre erfordert empirische Befunde zur lernwirksamen Gestaltung multimedialer Lernumgebungen. Die Cognitive Load Theory und Cognitive Theory of Multimedia Learning bilden die Grundlage für empirisch geprüfte Designprinzipien zur lernförderlichen Gestaltung.

Ein Beispiel dieser Designprinzipien, das gerade bei der Nutzung von Augmented Reality als Ergänzung von Experimenten als lernförderlich angenommen wird, ist das räumliche Kontiguitätsprinzip. Das Prinzip besagt, dass sich aufeinander beziehende Informationen im Lernprozess besser verarbeitet werden, wenn diese in direkter räumlicher Nähe zueinander (hohe räumliche Kontiguität) dargestellt werden. Sind zusammenhängende Informationen räumlich separiert (geringe räumliche Kontiguität), hindern anhaltende Suchprozesse eine effektive kognitive Verarbeitung im Lernprozess. Jedoch wurde die Gültigkeit des räumlichen Kontiguitätsprinzip in entsprechenden Lernsettings (Augmented Reality, Experiment) bislang nur in ersten Ansätzen empirisch untersucht, die jedoch hinsichtlich Lernzuwachs und kognitiver Belastung konträre Ergebnisse im Vergleich zu einer Vielzahl empirischer Befunde zu klassischen Medien (Text, Bild) offenbaren. Für ein vertieftes Verständnis erscheinen weitere Untersuchungen relevant, die insbesondere auch die Informationsvermittlung durch somatosensorische Modalitäten in Ergänzung zum Hören und Sehen einbeziehen. Ebenso ist aus Untersuchungen multimedialer Gestaltungsprinzipien die Bedeutung der Expertise der Lernenden als mögliche Einflussgröße auf die Wirksamkeit von Prinzipien mithin bekannt. Aus diesem Grund soll auch der Einfluss des Vorwissens auf die Wirksamkeit des räumlichen Kontiguitätsprinzips in Untersuchungen berücksichtigt werden.

Am Beispiel eines durch Augmented Reality erweiterten Experiments zum physikalischen Phänomen optischer Polarisation ist eine Studie im 2x2-Design (geringe/hohe räumliche Kontiguität und mit/ohne Somatosensorik) geplant. Perspektivisch wird dieses Studiendesign mit Blick auf eine systematische Berücksichtigung der Randbedingung des Vorwissens mit unterschiedlichen Stichproben durchgeführt (Physik-Studierende, Medizin-Studierende, Schülerinnen und Schüler). Diese Ergebnisse beschreiben sowohl die Bedeutung räumlicher Kontiguität als auch mögliche Einflüsse somatosensorischer Modalitäten und des Vorwissens in multimedialen Lernumgebungen.

## Doktorierende

Fabian	Baierl	fabian.baierl@physik.uni-halle.de	Universität Halle-Wittenberg	Didaktik der Physik
Sophie	Baron	sophie.baron@ur.de	Universität Regensburg	Didaktik der Chemie
Nathalie	Beck	nathalie.beck@uni-due.de	Universität Duisburg-Essen	Didaktik der Chemie
Nils	Bergander	nils.bergander@tu-dortmund.de	TU Dortmund	Didaktik der Chemie
Melissa	Costan	melissa3@uni-bremen.de	Universität Bremen	Didaktik der Physik
Kasim	Costan	kasim@uni-bremen.de	Universität Bremen	Didaktik der Physik
Christoph	Fröhleke	christoph.froehleke@uni-paderborn.de	Universität Paderborn	Didaktik der Chemie
Julia	Hädrich	haedrich@physik.uni-kassel.de	Universität Kassel	Didaktik der Physik
Marija	Herdt	herdt@physik.rwth-aachen.de	RWTH Aachen	Didaktik der Physik
Silja	Herholz	silja.herholz@uni-due.de	Universität Duisburg-Essen	Didaktik der Chemie
Celina	Kiel	celina.kiel@uni-bielefeld.de	Universität Bielefeld	Didaktik der Chemie
Jakub	Knebloch	knebloch@physik.uni-frankfurt.de	Goethe-Universität Frankfurt am Main	Didaktik der Physik
Jasmin	Kneuper	jasmin.kneuper@tu-dortmund.de	TU Dortmund	Didaktik der Chemie
Roman	Kuhr	roman.kuhr@uni-rostock.de	Universität Rostock	Didaktik der Physik
Sven	Levetzow	sven.levetzow@uni-rostock.de	Universität Rostock	Didaktik der Mathematik
Florian	List	florian.list@leuphana.de	Leuphana Universität Lüneburg	Didaktik der Naturwissenschaften
Laura	Pletschacher	laura.pletschacher@ur.de	Universität Regensburg	Didaktik der Physik
Jonas	Ponath	jonas.ponath@upb.de	Universität Paderborn	Didaktik der Chemie
Lea	Runge	runge@leibniz-ipn.de	IPN Kiel	Didaktik der Physik
Johannes	Schlaf	schlaf@physik.rwth-aachen.de	RWTH Aachen	Didaktik der Physik
Dane-Vincent	Schlünz	dane.schluenz@uni-muenster.de	Universität Münster	Didaktik der Physik
Francisca	Schultz	francisca.schultz@uni-bielefeld.de	Universität Bielefeld	Didaktik der Chemie

Ivo	Naake	ifen.naake@gmail.com	Goethe-Universität Frankfurt am Main	Didaktik der Physik
Markus	Stocker	stockermarkus@web.de	FAU Erlangen-Nürnberg	Didaktik der Chemie
Laura	Freude	laura.freude@uni-due.de	Universität Duisburg-Essen	Didaktik der Chemie
Patricia	Swientek	swientek@physik.uni-frankfurt.de	Goethe-Universität Frankfurt am Main	Didaktik der Physik
Teresa	Tewordt	ttewordt@physik.uni-bielefeld.de	Universität Bielefeld	Didaktik der Physik
Stefan	Gritsch	stefan.gritsch@phst.at	Pädagogische Hochschule Steiermark	
Maria	Hinkelmann	hinkelmann@physik.rwth-aachen.de	RWTH Aachen	Didaktik der Physik
Leonie	Jung	leonie.jung@uni-due.de	Universität Duisburg-Essen	Didaktik der Physik
Katharina	Leibfarth	katharina.leibfarth@uni-tuebingen.de	Universität Tübingen	Didaktik der Physik
Hermann	Lidberg	h.lidberg@physik.uni-frankfurt.de	Goethe-Universität Frankfurt am Main	Didaktik der Physik
Ramona	Schauer-Bollig	schauer-bollig@physik.rwth-aachen.de	RWTH Aachen	Didaktik der Physik
Peter	Worms	peter.worms@physik.uni-halle.de	Universität Halle-Wittenberg	Didaktik der Physik
Joseph	Killer	j.killer@hzdr.de	Helmholtz-Zentrum Dresden-Rossendorf	Didaktik der Physik
Manuel	Schleicher	manuel.schleicher@uni-a.de	Universität Augsburg	Didaktik der Physik
Leonie	Jasper	leonie.jasper@tu-dortmund.de	TU Dortmund	Didaktik der Chemie
Sebastian	Nickel	sebastian.nickel@fau.de	FAU Erlangen-Nürnberg	Didaktik der Chemie
Stefanie	Peter	stefanie.peter@physik.uni-augsburg.de	Universität Augsburg	Didaktik der Physik
Lisa-Marie	Christ	lisamarie.christ@physik.uni-augsburg.de	Universität Augsburg	Didaktik der Physik
Anna	Weißbach	anna.weissbach@uni-bremen.de	Universität Bremen	Didaktik der Physik
Laura	Wittkopp	lauraw16@mail.uni-paderborn.de	Universität Paderborn	Didaktik der Chemie

## Betreuende

Prof. Dr.	Andreas	Borowski	<a href="mailto:andreas.borowski@uni-potsdam.de">andreas.borowski@uni-potsdam.de</a>	Universität Potsdam	Didaktik der Physik
Prof. Dr.	Jan-Philipp	Burde	<a href="mailto:Jan-Philipp.Burde@uni-tuebingen.de">Jan-Philipp.Burde@uni-tuebingen.de</a>	Universität Tübingen	Didaktik der Physik
Prof. Dr.	Sabine	Fechner	<a href="mailto:sabine.fechner@upb.de">sabine.fechner@upb.de</a>	Universität Paderborn	Didaktik der Chemie
Dr.	Markus Sebastian	Feser	<a href="mailto:feser@leibniz-ipn.de">feser@leibniz-ipn.de</a>	IPN Kiel	Didaktik der Physik
Prof. Dr.	Sebastian	Habig	<a href="mailto:sebastian.habig@fau.de">sebastian.habig@fau.de</a>	FAU Erlangen-Nürnberg	Didaktik der Chemie
	David Johannes	Hauck	<a href="mailto:david.hauck@fau.de">david.hauck@fau.de</a>	FAU Erlangen-Nürnberg	Didaktik der Chemie
Dr.	Benjamin	Heinitz	<a href="mailto:b.heinitz@uni-muenster.de">b.heinitz@uni-muenster.de</a>	Universität Münster	Institut für Psychologie in Bildung und Erziehung
Prof. Dr.	Heidrun	Heinke	<a href="mailto:heinke@physik.rwth-aachen.de">heinke@physik.rwth-aachen.de</a>	RWTH Aachen	Didaktik der Physik
Dr.	Elisabeth	Hofer	<a href="mailto:elisabeth.hofer@leuphana.de">elisabeth.hofer@leuphana.de</a>	Leuphana Universität Lüneburg	Didaktik der Naturwissenschaften
Prof. Dr.	Olaf	Krey	<a href="mailto:olaf.krey@uni-a.de">olaf.krey@uni-a.de</a>	Universität Augsburg	Didaktik der Physik
Prof. Dr.	Ingrid	Krumphals	<a href="mailto:ingrid.krumphals@phst.at">ingrid.krumphals@phst.at</a>	Pädagogische Hochschule Steiermark	
Prof. Dr.	Christoph	Kulgemeyer	<a href="mailto:Kulgemeyer@physik.uni-bremen.de">Kulgemeyer@physik.uni-bremen.de</a>	Universität Bremen	Didaktik der Physik
Dr.	Daniel	Laumann	<a href="mailto:daniel.laumann@uni-muenster.de">daniel.laumann@uni-muenster.de</a>	Universität Münster	Didaktik der Physik
Prof. Dr.	Insa	Melle	<a href="mailto:insa.melle@tu-dortmund.de">insa.melle@tu-dortmund.de</a>	TU Dortmund	Didaktik der Chemie
	Thorid	Rabe	<a href="mailto:thorid.rabe@physik.uni-halle.de">thorid.rabe@physik.uni-halle.de</a>	MLU Halle-Wittenberg	Didaktik der Physik
Priv.-Doz. Dr.	Heidi	Reinholz	<a href="mailto:heidi.reinholz@uni-rostock.de">heidi.reinholz@uni-rostock.de</a>	Universität Rostock	Didaktik der Physik
Prof. Dr.	Mathias	Ropohl	<a href="mailto:mathias.ropohl@uni-due.de">mathias.ropohl@uni-due.de</a>	Universität Duisburg-Essen	Didaktik der Chemie
Prof. Dr.	Stefanie	Schwedler	<a href="mailto:stefanie.schwedler@uni-bielefeld.de">stefanie.schwedler@uni-bielefeld.de</a>	Universität Bielefeld	Didaktik der Chemie
Prof. Dr.	Lisa	Stinken-Rösner	<a href="mailto:lisa.stinken-roesner@physik.uni-bielefeld.de">lisa.stinken-roesner@physik.uni-bielefeld.de</a>	Universität Bielefeld	Didaktik der Physik

[uni-bielefeld.de](http://uni-bielefeld.de)

Prof. Dr.	Oliver	Tepner	<a href="mailto:oliver.tepner@ur.de">oliver.tepner@ur.de</a>	Universität Regensburg	Didaktik der Chemie
Prof. Dr.	Heike	Theyßen	<a href="mailto:heike.theysen@uni-due.de">heike.theysen@uni-due.de</a>	Universität Duisburg-Essen	Didaktik der Physik
Priv.- Doz. Dr.	Helena	van Vorst	<a href="mailto:helena.vanvorst@uni-due.de">helena.vanvorst@uni-due.de</a>	Universität Duisburg-Essen	Didaktik der Chemie
Prof. Dr.	Claudia	von Aufschnaiter	<a href="mailto:cvaufschnaiter@jlug.de">cvaufschnaiter@jlug.de</a>	JLU Gießen	Didaktik der Physik
Prof. Dr.	Thomas	Wilhelm	<a href="mailto:wilhelm@physik.uni-frankfurt.de">wilhelm@physik.uni-frankfurt.de</a>	Goethe-Universität Frankfurt	Didaktik der Physik
Prof. Dr.	Rita	Wodzinski	<a href="mailto:wodzinski@physik.uni-kassel.de">wodzinski@physik.uni-kassel.de</a>	Universität Kassel	Didaktik der Physik