

IPN · Journal

INFORMATIONEN AUS DEM LEIBNIZ-INSTITUT FÜR DIE
PÄDAGOGIK DER NATURWISSENSCHAFTEN UND MATHEMATIK

»Bin ich MINT?«

Identitäten in
Naturwissenschaften
und Informatik

· 9 ·

NUR NERDS UND KELLERKINDER?

Schwer zu fassen:
„Identität“ in der Informatik

· 17 ·

SYSTEMATISCHE VERZERRUNG BEIM LERNEN MIT KI

Niemanden benachteiligen

· 22 ·

VON DER SCHULE INS PHYSIKSTUDIUM

Entscheidend ist das
Gefühl dazuzugehören

· 28 ·

AUSSERSCHULISCHE ANGEBOTE

Unterrepräsentierte
Zielgruppen in ihren
Identitäten stärken

Liebe Leser*innen,

gehöre ich dazu? Diese Frage oder eine ähnliche stellen sich die meisten Menschen im Laufe ihres Lebens in unterschiedlichen Situationen: das Kind, das gemeinsam mit anderen spielen möchte, Jugendliche, die in einer Klassengemeinschaft lernen, Erwachsene, die sich einer Berufsgruppe zugehörig fühlen möchten oder Personen, die während ihrer Freizeit in einem Verein Sport treiben oder im Chor singen. Wer ein Zugehörigkeitsgefühl empfindet und sich mit einer Gruppe identifiziert, kann sich sicherer im Leben bewegen. Ein klares Identitätsgefühl erleichtert die Interaktion mit anderen und kann als Orientierung bei Lebensentscheidungen dienen.

Eine zentrale Frage der Bildungsforschung ist, unter welchen Bedingungen sich junge Menschen für eine Karriere im Bereich Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften oder Technik – kurz MINT – entscheiden. Dabei spielt das Selbstbild eine entscheidende Rolle: Fühle ich mich MINT zugehörig? Habe ich eine MINT-Identität? Diese Fragen sind nicht nur angesichts des Fachkräftemangels relevant, sondern haben auch Bedeutung im Hinblick auf die Förderung gerechter Chancen und gesellschaftlicher Fairness. So gibt es Gruppen, die sich traditionell eher nicht in einem MINT-Beruf sehen, wie z. B. Mädchen. Denn viele MINT-Bereiche werden – häufig unbewusst und ungewollt – als eher männlich wahrgenommen. Da dies auch viele Mädchen so empfinden, fühlen sich Schülerinnen von einigen MINT-Fächern oft weniger angesprochen als von anderen Unterrichtsfächern.

In dieser Ausgabe des IPN Journals stellt eine Arbeitsgruppe am IPN ihre Forschungsarbeiten, die sich mit Fragestellungen zur MINT-Identität befassen, vor. Die Entwicklung einer MINT-Identität wird von unterschiedlichen Faktoren beeinflusst. Dazu zählen unter anderem das Geschlecht, die Zugehörigkeit zu einer sozialen Gruppe, die familiäre Unterstützung, schulische Förderung, gesellschaftliche Überzeugungen und auch individuelle Interessen und Kompetenzen. Ein besonderer Fokus der Arbeitsgruppe liegt auf dem Aspekt der Marginalisierung. In diesem Kontext geht es unter anderem um die zentrale Frage: Haben alle Kinder und Jugendlichen dieselben Möglichkeiten, eine MINT-Identität auszubilden?

Noch ein Wort in eigener Sache: Anders als Sie, liebe Leserschaft, es gewohnt sind, verwenden wir in dieser Ausgabe das sogenannte Gender-Sternchen als genderinklusive Sprache. Sowohl der Arbeitsgruppe, die ihre Forschung in dieser Ausgabe vorstellt, als auch natürlich dem gesamten IPN ist es ein Anliegen, niemanden in der Forschung auszuschließen. Dies wird in dieser Ausgabe unter anderem durch die Verwendung des Gender-Sternchens zum Ausdruck gebracht.

Wir hoffen, dass Sie diese Ausgabe wieder spannend finden, und wünschen Ihnen, liebe Leser*innen, viel Vergnügen und Anregung beim Lesen!

Wie immer freuen wir uns über Rückmeldung unter ipnjournal@leibniz-ipn.de

Anmerkungen können auch direkt an die Arbeitsgruppe gerichtet werden (per E-Mail an Anneke Steegh: steegh@leibniz-ipn.de).

Ihr Redaktionsteam:

David Drescher, Mareike Müller-Krey, Knut Neumann und Ute Ringelband
sowie die Gast-Redakteurin dieser Ausgabe Anneke Steegh

· 4 ·

Naturwissenschaft als Berufung?
Erkenntnisse über das Zusammenspiel naturwissenschaftlicher Identitäten und Karriereaspirationen



· 12 ·

Ein schwer zu fassendes Konstrukt
Die Bedeutung von Identitätstheorien in der Informatik und Informatikdidaktik



· 17 ·

Soziale Gerechtigkeit beim Lernen mit KI
Wie künstliche Intelligenz aufgestellt werden kann, dass sie für alle Schüler*innen wirkt



· 22 ·

Vom Physikunterricht zum erfolgreichen Start ins Physikstudium
Warum das Gefühl dazugehören einen entscheidenden Unterschied macht



· 26 ·

MINT für alle!

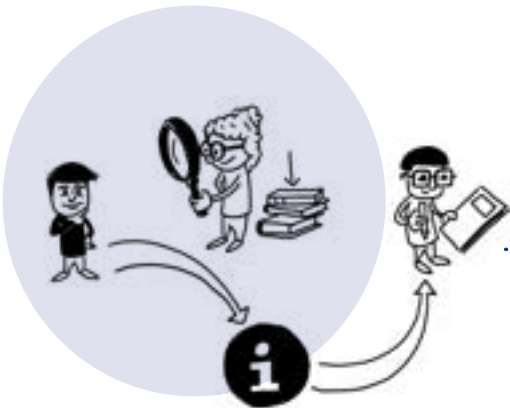
Wie außerschulische Angebote im MINT-Bereich gestaltet sein sollten, damit sich alle Schüler*innen von ihnen angesprochen fühlen



· 32 ·

Mitgestalten erwünscht!

Wie partizipative Designansätze MINT-Angebote verändern können



· 36 ·

Identität neu gedacht

Eine persönliche Auswahl an Artikeln

· 40 ·

Impressum





» Forschungsergebnisse legen nahe, dass eine stark ausgeprägte naturwissenschaftliche Identität die Wahrscheinlichkeit erhöht, eine naturwissenschaftliche Karriere anzustreben.«

Naturwissenschaft als Berufung?

ERKENNTNISSE ÜBER DAS ZUSAMMENSPIEL
NATURWISSENSCHAFTLICHER IDENTITÄTEN UND KARRIEREASPIRATIONEN

Anneke Steegh, Lars Höft & Julian M. Etzel

Was führt dazu, dass sich junge Menschen für eine Karriere in den Naturwissenschaften entscheiden? Angesichts des steigenden Bedarfs an naturwissenschaftlichen Fachkräften und der wachsenden Rolle von Technologien, die in immer mehr Berufsfeldern ein elaboriertes Verständnis der Naturwissenschaften voraussetzen, ist diese Frage heute zentraler denn je. Dabei sind für den Übergang von der Schule in die Berufswelt insbesondere das naturwissenschaftliche Selbstbild sowie die beruflichen Interessen prägend: Sie beeinflussen die berufliche Orientierung und langfristigen Karrierewege wesentlich. Am IPN geht das Forschungsprojekt SIVICA genau diesen Zusammenhängen auf den Grund. Ziel ist es, die Identitätsprofile Jugendlicher zu erforschen und besser zu verstehen, welche Faktoren mit der Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Identität assoziiert sind und inwiefern diese die Berufswahl prägen. Dabei wird das Zusammenspiel von Identität und beruflichen Aspirationen als wechselseitiger Prozess betrachtet, der sowohl individuell als auch durch soziale und kulturelle Faktoren beeinflusst wird.

In den vergangenen Jahren wurde das Konstrukt der naturwissenschaftlichen Identität intensiver erforscht, da sich zeigte, dass es einen zentralen Prädiktor für das langfristige Engagement in den Naturwissenschaften darstellt. Forschungsergebnisse legen nahe, dass eine stark ausgeprägte naturwissenschaftliche Identität die Wahrscheinlichkeit erhöht, eine naturwissenschaftliche Karriere anzustreben. Die Entwicklung einer solchen Identität wird durch verschiedene Faktoren beeinflusst, darunter das soziale Geschlecht, die familiäre Unterstützung sowie die schulische Förderung. Neben den individuellen Kompetenzen und Interessen spielt auch das Zugehörigkeitsgefühl eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Identität. Sozialen Identitätstheorien zu-

folge stellt das Zugehörigkeitsgefühl zu einer bestimmten sozialen Gruppe oder Gemeinschaft einen wesentlichen Bestandteil des Selbstbildes dar. Im Kontext der Naturwissenschaften lässt sich somit ableiten, dass Jugendliche, die sich als Teil der naturwissenschaftlichen Gemeinschaft fühlen, eine stärkere naturwissenschaftliche Identität entwickeln. Dieses Zugehörigkeitsgefühl wird maßgeblich durch das Umfeld beeinflusst. Die Unterstützung durch Eltern, Lehrkräfte und Gleichaltrige ist ein wichtiger Faktor, der die Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Identität fördert. Wenn Jugendliche von ihrem sozialen Umfeld als naturwissenschaftliche Person wahrgenommen und ermutigt werden, sich in diesem Bereich zu engagieren, stärkt dies ihre Identifikation mit den Naturwissenschaften.

i WAS IST NATURWISSENSCHAFTLICHE IDENTITÄT?

Die naturwissenschaftliche Identität beschreibt, wie sich Menschen in Bezug auf die Naturwissenschaften selbst sehen und wahrnehmen. Sie wird als ein dynamisches Konstrukt verstanden, welches mehrere sich gegenseitig beeinflussende Dimensionen umfasst. Das von Carlone und Johnson (2007) entwickelte Modell der naturwissenschaftlichen Identität postuliert als zentrale Frage, ob eine Person sich als „Naturwissenschafts-Person“ versteht. Die Selbstwahrnehmung wird durch vier zentrale Dimensionen geprägt:

- **Kompetenzgefühl:** Inwiefern eine Person glaubt, naturwissenschaftliche Aufgaben und Tätigkeiten gut ausführen zu können.
- **Anerkennung von anderen:** Inwieweit eine Person von anderen (z. B. Lehrkräften, Eltern oder Gleichaltrigen) als naturwissenschaftlich begabt wahrgenommen und anerkannt wird.

- **Interesse:** Das persönliche Interesse und die Neugier an naturwissenschaftlichen Themen und Fragestellungen.
- **Zugehörigkeitsgefühl:** Das Gefühl, Teil der naturwissenschaftlichen Gemeinschaft zu sein und sich dort wohl und akzeptiert zu fühlen.

Die genannten vier Dimensionen formen gemeinsam die Identifikation mit den Naturwissenschaften. Eine starke naturwissenschaftliche Identität entsteht, wenn sich eine Person als kompetent wahrnimmt, Anerkennung erfährt, Interesse an Naturwissenschaften hat und sich diesem Bereich zugehörig fühlt. Entscheidend ist dabei, ob jemand die Überzeugung entwickelt, eine „Naturwissenschafts-Person“ zu sein. Studien zeigen, dass eine positive naturwissenschaftliche Identität die Wahrscheinlichkeit erhöht, dass sich junge Menschen für eine naturwissenschaftliche Laufbahn entscheiden.

Berufliche Interessen und deren Rolle in der Karriereplanung

Neben der naturwissenschaftlichen Identität spielen die beruflichen Interessen eine zentrale Rolle bei der Berufsentscheidung. Die beruflichen Interessen einer Person umfassen ihre Vorlieben und Abneigungen gegenüber bestimmten Tätigkeiten und Berufsfeldern. Sie gelten als einer der stärksten Prädiktoren für die Berufswahl und beeinflussen die Zufriedenheit und den Erfolg in der beruflichen Laufbahn sowie die Laufbahnstabilität maßgeblich.

Die Verbindung zwischen beruflichen Interessen und Identität ist auf konzeptioneller Ebene stark, wurde aber bisher in der empirischen Forschung nur wenig untersucht. Es wird angenommen, dass Personen mit einer stark ausgeprägten naturwissenschaftlichen Identität eher ein Interesse an naturwissenschaftlichen Berufen entwickeln und dementsprechend auch Karriereziele in diesen Bereichen anstreben.

Naturwissenschaftliche Identität und soziales Geschlecht

Eine zentrale Herausforderung im Kontext der Förderung von naturwissenschaftlichen Identitäten stellen die deutlichen geschlechtsspezifischen Unterschiede dar. Es gibt zahlreiche Belege dafür, dass Frauen in vielen naturwissenschaftlichen Disziplinen unterrepräsentiert sind. Diese Geschlechterunterschiede lassen sich zum Teil durch unterschiedliche Interessen erklären, die bereits in der frühen Kindheit geformt werden. Mädchen entwickeln im Vergleich zu Jungen seltener eine starke naturwissenschaftliche Identität, was in vielen Fällen auf mangelnde



Anerkennung und geringere Unterstützung in diesem Bereich zurückzuführen ist.

Obwohl derartige Barrieren bestehen, gibt es dennoch Hinweise darauf, dass eine starke naturwissenschaftliche Identität geschlechtsstereotypische Interessen überwinden kann. Die empirische Evidenz legt nahe, dass sich Mädchen, die eine ausgeprägte naturwissenschaftliche Identität entwickeln, häufiger für naturwissenschaftliche Berufe entscheiden, auch wenn ihre beruflichen Interessen nicht traditionell naturwissenschaftlich orientiert sind. Dies unterstreicht die Bedeutung einer positiven naturwissenschaftlichen Identität, um bestehende Geschlechterstereotype zu durchbrechen und mehr Frauen für naturwissenschaftliche Karrieren zu gewinnen.

Einfluss der familiären Unterstützung

Die familiäre Unterstützung für die Naturwissenschaften spielt eine entscheidende Rolle bei der Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Identität. Eltern und Familienmitglieder, die Interesse an naturwissenschaftlichen Fächern zeigen und ihre Kinder dazu ermutigen, diese Themen zu erforschen, können einen positiven Einfluss auf deren Selbstwahrnehmung und Kompetenzerwartungen ausüben. Wenn Kinder in einem Umfeld aufwachsen, das ihre naturwissenschaftlichen Fähigkeiten anerkennt und fördert, sind sie eher in der Lage, eine stärkere Verbindung zu naturwissenschaftlichen Disziplinen zu entwickeln. Diese Unterstützung zeigt sich nicht nur in expliziter Ermutigung, sondern auch in der Bereitstellung von Lernressourcen und dem Schaffen

von Gelegenheiten, die naturwissenschaftliche Neugier zu fördern. Dabei ist es von besonderer Bedeutung, dass diese Ermutigung nicht an traditionellen Geschlechterrollen orientiert ist. Nur so ist gewährleistet, dass Mädchen und nicht-binäre Kinder und Jugendliche die gleiche Bandbreite an naturwissenschaftlichen Erfahrungen erhalten wie Jungen. Dies ist eine wesentliche Voraussetzung, um geschlechtsspezifische Unterschiede in der Wahrnehmung von naturwissenschaftlichen Berufen zu minimieren.

SIVICA-Studie: Wie sich naturwissenschaftliche Identitätsprofile zusammensetzen

Die SIVICA Studie strebte an, die naturwissenschaftliche Identität von Jugendlichen in Deutschland zu beschreiben, Zusammenhänge zu stabilen Personenmerkmalen sowie sozialen und kulturellen Faktoren der Umwelt aufzudecken. Im Mittelpunkt der Untersuchung stand die Frage, inwiefern sich „vergleichbare“ latente Gruppen naturwissenschaftlicher Identitätsprofile für Schüler*innen sowie Studierende identifizieren lassen und ob somit eine Generalisierung der Befunde möglich ist. Um die Plausibilität und Bedeutsamkeit der Befunde zu überprüfen, wurde untersucht, inwieweit die latenten Gruppen mit dem Geschlecht, der ethnischen Herkunft, der Unterstützung durch die Familie und der Schule sowie der Erwartung an den Erfolg in einer naturwissenschaftlichen Karriere zusammenhängen. Zudem wurde analysiert, inwiefern die Karriereaspirationen durch die latenten Gruppen beeinflusst werden.

f WAS IST LATENTE PROFILANALYSE?

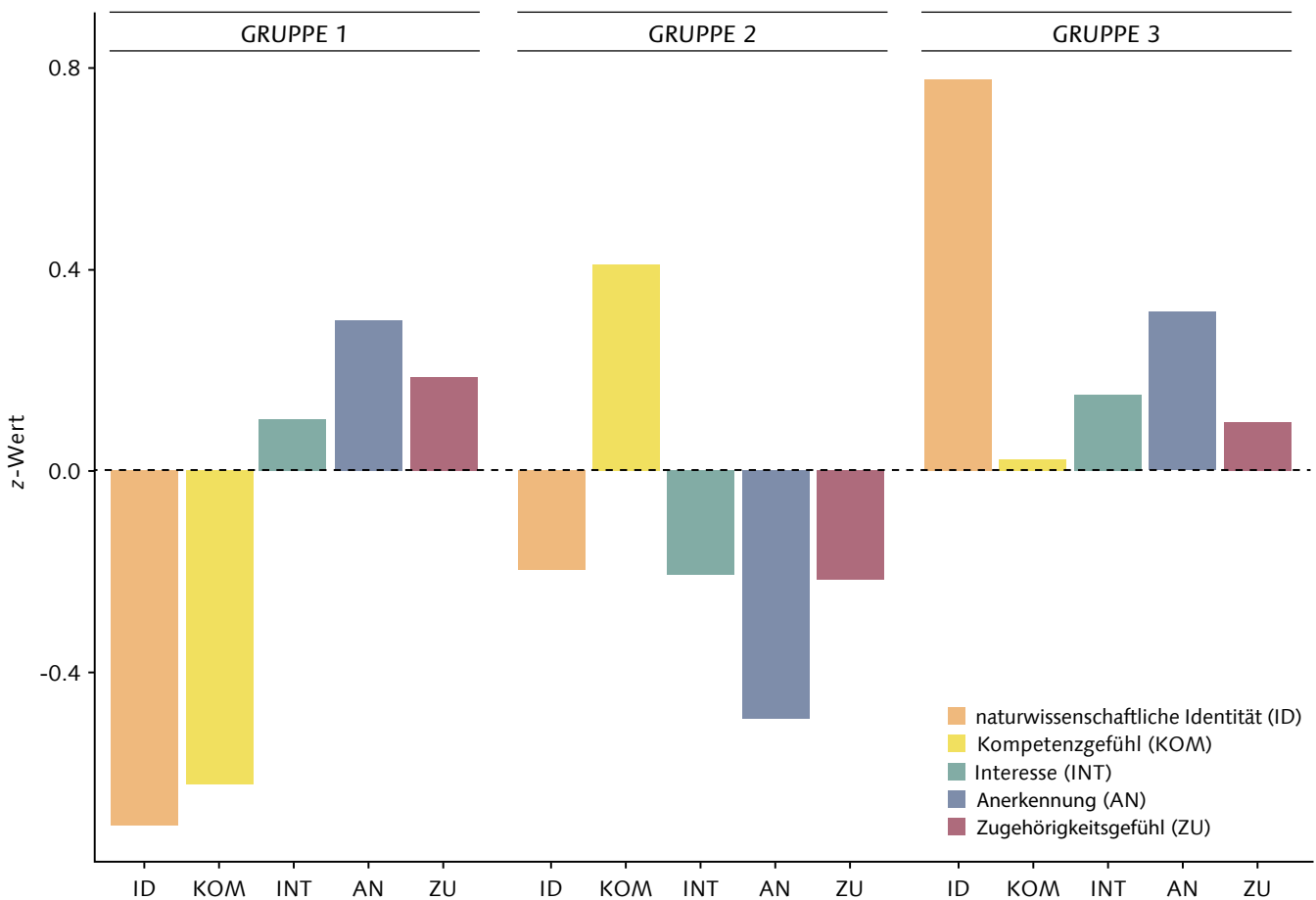
Die latente Profilanalyse (LPA) ist eine statistische Methode, die verwendet wird, um heterogene Gruppen innerhalb einer Stichprobe zu identifizieren, die nicht direkt beobachtbar sind. Im Folgenden werden einige zentrale Merkmale und Anwendungsmöglichkeiten der latenten Profilanalyse erörtert:

- **Identifikation von Gruppen:** LPA erlaubt es Forschenden, basierend auf mehreren Variablen, unterschiedliche Gruppen mit ähnlichen Profilen innerhalb einer Stichprobe zu identifizieren. Die identifizierten Gruppen repräsentieren typische Merkmale oder Verhaltensmuster, die in der Stichprobe vorkommen.
- **Anpassung an Daten:** Die Methode berücksichtigt die Existenz individueller Unterschiede und ermöglicht die Gruppierung von Personen, die ähnliche Eigenschaften oder Verhaltensweisen aufweisen. Dies führt zu einem besseren Verständnis der Diversität innerhalb der Daten.
- **Multidimensionale Ansätze:** Latente Profile, die eine Gruppe ausmachen, können auf verschiedenen Dimensionen basieren, wie beispielsweise auf Einstellungen, Verhaltensweisen oder Identitäten. In der Forschung zur naturwissenschaftlichen Identität können so beispielsweise Profile gebildet werden, die auf den Dimensionen Kompetenzgefühl, Anerkennung, Interesse und Zugehörigkeitsgefühl basieren.
- **Prädiktive Validität:** LPA eignet sich zudem dazu, zu untersuchen, wie die identifizierten Gruppen mit anderen Variablen oder Ergebnissen, wie beispielsweise Berufswünschen oder Bildungsergebnissen, zusammenhängen. Dies erlaubt es Forschenden, relevante Faktoren zu identifizieren, die das Verhalten und die Entscheidungen der Menschen beeinflussen.

Zur Beantwortung dieser Fragen wurde eine quantitative Studie mit einer repräsentativen Stichprobe von 1.163 Jugendlichen im Alter von 16 bis 21 Jahren in Deutschland durchgeführt. Die Datenerhebung erfolgte mittels einer Online-Umfrage, die neben soziodemografischen Daten verschiedene Instrumente zur Messung der naturwissenschaftlichen Identität, Zufriedenheit und der Karriereaspirationen umfasste. Mithilfe einer latenten Profilanalyse wurden verschiedene Identitätsprofile erstellt, die die Unterschiede in den naturwissenschaftlichen Identitäten der Jugendlichen abbilden sollten.

Naturwissenschaftliche Identitätsprofile

Die Ergebnisse der latenten Profilanalysen zeigten, dass sowohl die Daten der in der Stichprobe enthaltenen Schüler*innen als auch die der Studierenden am besten durch eine Lösung mit je drei latenten Gruppen beschrieben werden können. Innerhalb dieser Gruppen weisen die Jugendlichen vergleichbare Profile auf, gleichzeitig unterscheiden sich die drei latenten Gruppen in Bezug auf die Identifikation mit den Naturwissenschaften deutlich voneinander. Es ist anzumerken, dass sich dieselben drei latenten Gruppen sowohl für die untersuchten Schüler*innen als auch für die untersuchten Studierenden ergaben, da beide sich hinsichtlich ihrer Zusammensetzung, Durchschnittswerte, Streuung und Verteilung ähnelten.



📍 Naturwissenschaftliche Identitätsprofile.

**GRUPPE 1
»Die Verunsicherten«**

Diese Gruppe von Jugendlichen wies im Vergleich zu den anderen Gruppen eine schwache naturwissenschaftliche Identität und ein geringes Kompetenzgefühl in den Naturwissenschaften auf. Diese Jugendlichen zeigten ein relativ durchschnittliches Interesse an Naturwissenschaften und fühlten sich einigermaßen anerkannt und zugehörig in diesem Bereich.

**GRUPPE 2
»Die Unterschätzten«**

Im Vergleich zur anderen Gruppe wiesen diese Jugendlichen eine durchschnittliche naturwissenschaftliche Identität sowie ein überdurchschnittliches Kompetenzgefühl auf. Auffällig war dabei jedoch, dass sie ein unterdurchschnittliches Maß an Anerkennung erfuhren. Das deutet darauf hin, dass sie trotz ihrer Fähigkeiten das Gefühl hatten, von anderen nicht als „Naturwissenschafts-Personen“ wahrgenommen zu werden.

**GRUPPE 3
»Die Realisten«**

Diese Gruppe zeichnete sich durch eine starke naturwissenschaftliche Identität und ein realistisches, durchschnittliches Kompetenzgefühl aus. Jugendlichen dieser Gruppe zeigten ein ähnliches Interesse an Naturwissenschaften wie die erste Gruppe und fühlten sich einigermaßen anerkannt und zugehörig.

Zusammenhang zwischen naturwissenschaftlicher Identität, Geschlecht, Unterstützung und beruflichen Aspirationen

Überraschend war, dass es weniger signifikante Geschlechterunterschiede in den naturwissenschaftlichen Identitätsprofilen gab als ursprünglich erwartet. Lediglich in der Gruppe „Die Unterschätzten“ waren signifikant mehr Frauen im Vergleich zur Gruppe „Die Realisten“ vertreten; in anderen Gruppenvergleichen konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden.

Die Unterstützung durch das Umfeld spielte jedoch eine entscheidende Rolle. Jugendliche, die familiäre Unterstützung in den Naturwissenschaften erfahren, neigten eher dazu, sich stark mit diesen Fächern zu identifizieren. In den verschiedenen Profilen zeigte sich ein deutlicher Unterschied in der Unterstützung: Jugendliche aus der Gruppe „Die Verunsicherten“ erfuhren eine geringere familiäre Unterstützung für die Naturwissenschaften als diejenigen aus der Gruppe „Die Realisten“. Derweil erfuhren „Die Unterschätzten“ mehr Unterstützung durch ihr Umfeld als „Die Verunsicherten“.

Im Vergleich zu den beiden anderen Gruppen wiesen „Die Realisten“ eine höhere Wahrscheinlichkeit auf, ein naturwissenschaftliches Profil in der Sekundarstufe II gewählt zu haben oder einen naturwissenschaftlichen Studiengang zu belegen. Dieses Ergebnis lässt sich auf die starke naturwissenschaftliche Identität der Jugendlichen aus diesem Profil zurückführen, die zudem in der Lage sind, ihre Fähigkeiten, Interessen und Anerkennung im Vergleich zu anderen realistisch einzuschätzen. Diese realistische Selbsteinschätzung und das starke Zugehörigkeitsgefühl zu den Naturwissenschaften sind offenbar mit einem langfristigen Engagement in diesem Umfeld und der Verfolgung von beruflichen Perspektiven verbunden.

Fazit

Die Ergebnisse der Studie verdeutlichen, inwiefern bestimmte Kombinationen aus Kompetenzgefühl, Anerkennung und Unterstützung zu einem stabilen naturwissenschaftlichen Selbstbild beitragen können. So führt die starke naturwissenschaftliche Identität der Jugendlichen aus dem Profil „Die Realisten“ gepaart mit einer realistischen Selbsteinschätzung und ausreichenden Anerkennung sowie familiärer Unterstützung dazu, dass sie mit einem starken Selbstbild eher konkrete Schritte in Richtung einer naturwissenschaftlichen Karriere unternehmen. Jugendliche aus der Gruppe „Die Verunsicherten“ weisen derweil eine vergleichsweise schwache naturwissenschaftliche Identität und ein geringes Kompetenzgefühl auf. Das hängt möglicherweise mit einer geringen familiären Unterstützung zusammen und schwächt damit womöglich ihre Karriereaspirationen im naturwissenschaftlichen Bereich. In der Gruppe „Die Unterschätzten“ hingegen sind durchaus Jugendliche mit einem hohen Kompetenzgefühl vertreten,

die jedoch wenig Anerkennung erfahren, was zu einem Mangel an Zufriedenheit in naturwissenschaftlichen Kontexten und damit zu einer ebenfalls schwächeren naturwissenschaftlichen Identifikation führt. Im Vergleich mit der Gruppe „Die Realisten“ weisen sie dadurch außerdem eine niedrigere Tendenz zu naturwissenschaftlichen Karrieren auf. Die festgestellten Auswirkungen der Diskrepanz zwischen Kompetenz und sozialer Anerkennung deuten darauf hin, dass allein das Können nicht ausreicht, um eine starke Identifikation mit Naturwissenschaften zu fördern – die Wahrnehmung als „Naturwissenschafts-Person“ ist ebenso entscheidend. Besonders auffällig ist des Weiteren, dass in der Gruppe „Die Unterschätzten“ signifikant mehr Frauen vertreten sind als in der Gruppe „Die Realisten“, was darauf hindeutet, dass Frauen mit einem überdurchschnittlichen Kompetenzgefühl tendenziell eher in Gruppen vertreten sind, in denen Anerkennung und Zugehörigkeitsgefühl weniger präsent sind. Diese Ergebnisse unterstreichen die besondere Bedeutung der Förderung der Anerkennung sowie eines starken Zugehörigkeitsgefühls für Frauen in den Naturwissenschaften, um ihre naturwissenschaftliche Identität zu stärken und langfristige Karriereaussichten zu entwickeln.

Insgesamt hebt die Studie hervor, wie essenziell es ist, unterstützende Strukturen zu schaffen, um allen Jugendlichen zu helfen, ihre naturwissenschaftliche Identität zu stärken und ihre beruflichen Aspirationen zu verwirklichen. Dies könnte langfristig dazu beitragen, die Diversität und Inklusion in naturwissenschaftlichen Berufen zu fördern.

.....



i Dr. Anneke Steegh

ist Postdotorandin am IPN in der Abteilung Didaktik der Chemie. Sie forscht zu MINT-Identität und marginalisierten Lernenden in der MINT-Bildung.

steegh@leibniz-ipn.de



i Dr. Lars Höft

ist Postdotorand am IPN in der Abteilung Didaktik der Chemie. Sein Forschungsschwerpunkt liegt auf den Effekten digitaler Umgebungen auf Lernprozesse und Emotionen.

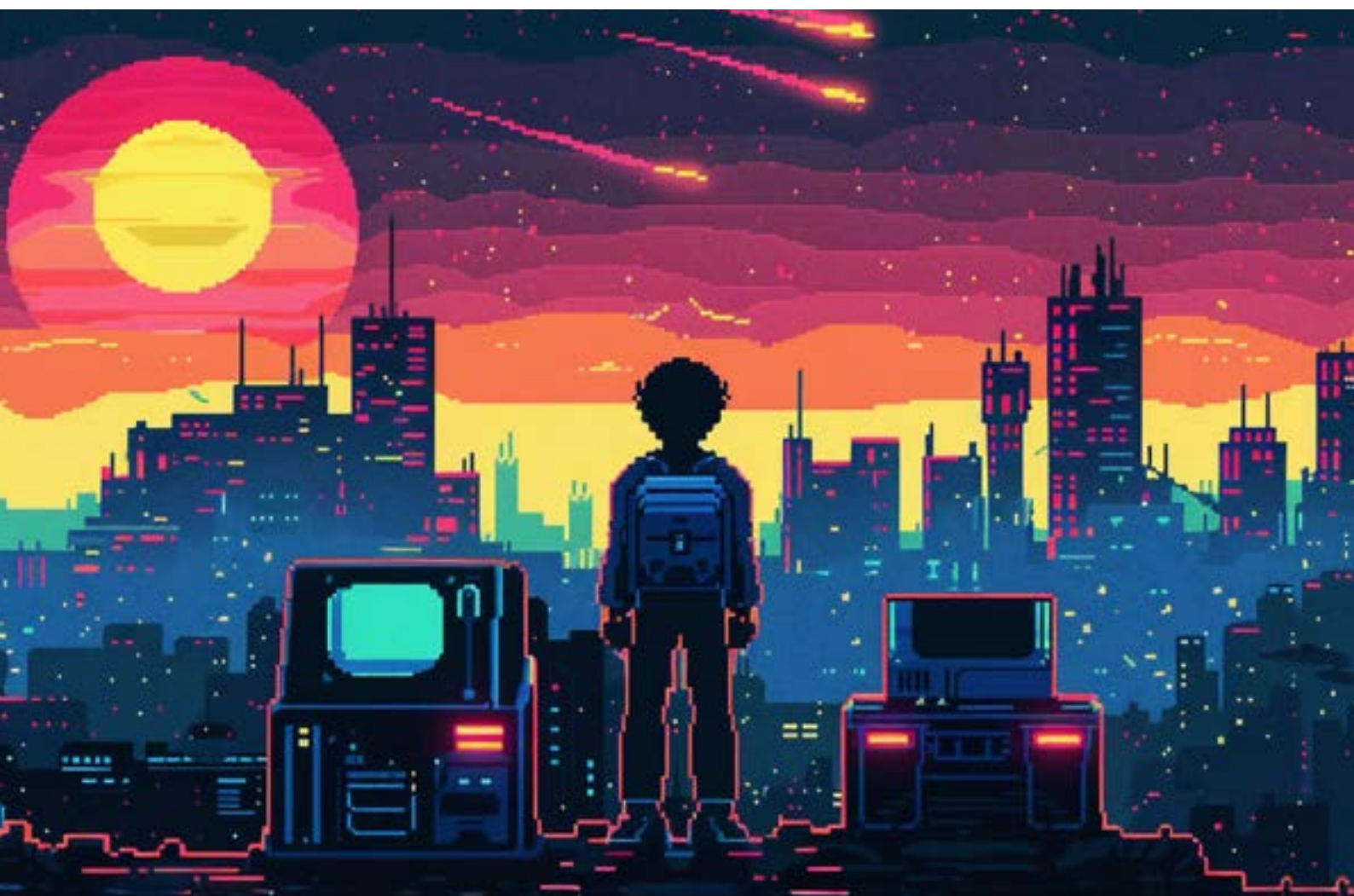
hoeft@leibniz-ipn.de



i Prof. Dr. Julian M. Etzel

war bis August 2024 wissenschaftlicher Mitarbeiter am IPN und ist mittlerweile Professor für Psychologische Diagnostik, Differentielle Psychologie und Psychologische Methoden an der Charlotte Fresenius Hochschule in Hamburg. Er forscht zu beruflichen Interessen, Person-Umwelt-Passung und Circumplexmodellen.

julian.etzel@charlotte-fresenius-uni.de



Ein schwer zu fassendes Konstrukt

DIE BEDEUTUNG VON IDENTITÄTSTHEORIEN IN DER INFORMATIK UND
INFORMATIKDIDAKTIK

Gregor Große-Bölting

Sozial unfähige Kellerkinder und Nerds: Dieses Bild der Informatik in der Öffentlichkeit, das u. a. durch erfolgreiche Fernsehserien unterstützt und genährt wird, ist auf vielen verschiedenen Ebenen falsch und schädlich. In einer Disziplin, die ohnehin von einem Mangel an Diversität geprägt ist, verstärkt es bereits bestehende Tendenzen. Wir stellen auf Basis einer umfassenden Literaturstudie vor, wie das Konzept „Identität“ in der Informatik verstanden wird.

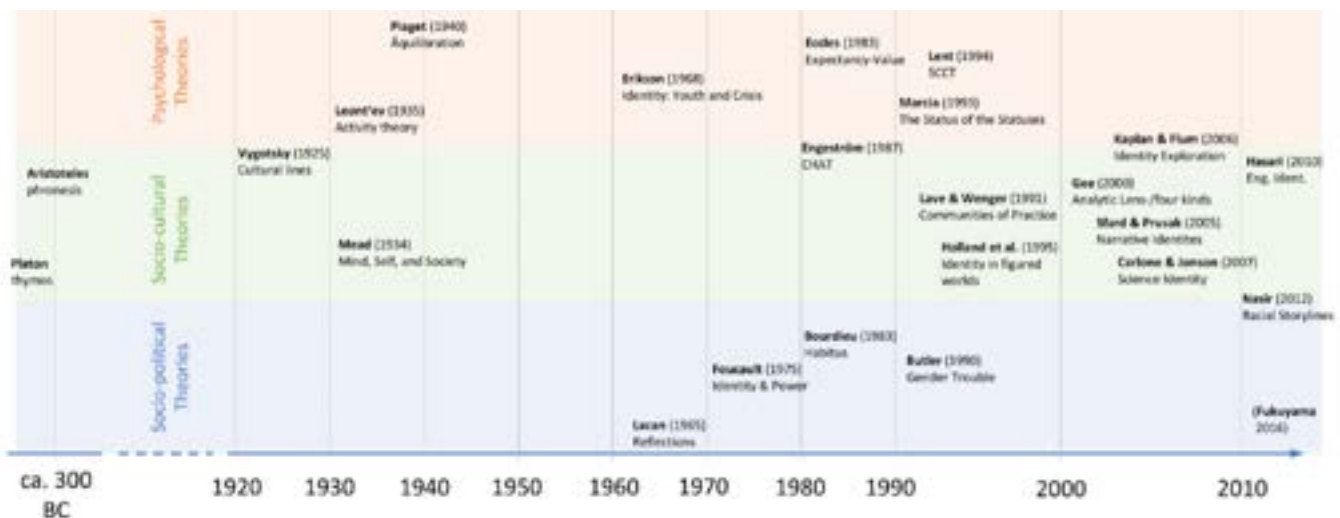
Menschen, die sich ohnehin schwer mit dem Fach Informatik identifizieren, wird dies durch das Image, das Informatik in der Öffentlichkeit hat, weiter erschwert. Ein Gefühl von Zugehörigkeit kann nicht entstehen, wenn man sich nicht als „so jemand“ – also als „nerdig“ oder „sozial unfähig“ – sieht bzw. sich bewusst davon abgrenzen möchte. Die zunehmende Auseinandersetzung mit Identität und Theorien von Identität in der Informatikdidaktik, die in den vergangenen Jahren in der Forschung stattgefunden hat, zeigt das Bewusstsein für diese Probleme im Fach, die nicht nur in der öffentlichen Darstellung, sondern auch in der Fachkultur selbst angelegt sind. Identitätsforschung bietet ein Mittel, entsprechende Probleme in den Blick zu nehmen, die häufig nichts mit Individuen zu tun haben und daher einen weiteren Fokus benötigen.

Forschungsarbeiten betonen die Vielseitigkeit eines theoretischen Werkzeugs, mit dem Identität beschrieben wird. Auf der einen Seite ist diese Vielseitigkeit eine große Stärke, sie stellt aber auf der anderen Seite auch eine große Herausforderung dar. Es ist nämlich nicht leicht, sich in dem Dickicht an Theorien mit unterschiedlichen Schwerpunkten und Ausrichtungen zu orientieren. Da zudem viele der Theorien nicht der innerdisziplinären Auseinandersetzung entstammen, sondern aus Psychologie, Soziologie und anderen Fächern übernommen wurden, stellt sich die Frage, wie das vielschichtige Konzept „Identität“ in der Informatik bzw. der Informatikdidaktik verstanden wird: Welche Schwerpunkte werden gesetzt, welche Theorien wurden aus anderen Disziplinen importiert und welche Weiter- und Eigenentwicklungen gibt es? Diesen Fragen nachzugehen, war Gegenstand eines systematischen Literaturreviews, dessen Ergebnisse im Folgenden vorgestellt werden. Dazu wird zunächst auf den historischen und konzeptionellen Hintergrund von Identitätstheorien eingegangen.

Von Aristoteles bis ins 21. Jahrhundert: Identität als Thema

Das Konzept der Identität hat eine lange Geschichte, die wahlweise mit Platon oder Aristoteles beginnt. Die „moderne“ Beschäftigung mit dem Begriff setzt in der ersten Hälfte des 20. Jahrhunderts ein. In dieser Zeit wird erstmals formuliert, dass die Entwicklung einer Identität während der Jugendjahre, also im Teenageralter, von besonderer Bedeutung für den Lernerfolg ist. Diese Erkenntnis war gewissermaßen der Urknall für die akademische Auseinandersetzung mit dem Thema. Zur besseren Orientierung haben wir im Rahmen des systematischen Literaturreviews eine Übersicht über die für die Informatikdidaktik wichtigsten Theorien entwickelt. Wir haben dazu die Theorien in drei verschiedene Stränge gegliedert: Die psychologischen Theorien von Identität gehen besonders stark vom Individuum aus und betrachten, wie motivationale und kognitive Faktoren die Identifikation beeinflussen. Diese Theorien sind durch den engeren Fokus häufig besonders gut dazu geeignet, Instrumente und Operationalisierungen zu entwickeln. Die sozio-kulturellen und sozio-politischen Theorien hingegen verschieben den Fokus deutlich weg vom Individuum hin zum sozialen Kontext. Während sozio-kulturelle Theorien das unmittelbare Umfeld, die soziale Einbindung des Individuums sowie Faktoren von Tradition und Zugehörigkeit betrachten, liegt der Fokus sozio-politischer Themen in gesellschaftlichen Faktoren und Gesichtspunkten von Macht. Alle drei Stränge sind nicht überschneidungsfrei, einzelne Theorien können nicht nur einem Strang zugeordnet werden.

Betrachtet man die Identitätstheorien konzeptionell und nicht rein nach ihrer historischen Beziehung untereinander, lassen sie sich besser einordnen. In der Mathematikdidaktik wurden dazu in zwei aufeinander folgenden und aufeinander



▲ Historischer Überblick über die Entwicklung von Identitätstheorien.

ander aufbauenden systematischen Literaturreviews verschiedene Dimensionen ermittelt, die eine derartige Zuordnung erlauben (und die sich auch außerhalb der Mathematikdidaktik anwenden lassen). Es wurden verschiedene Dimensionen des Identitätsbegriffs definiert, darunter:

- subjektiv-sozial,
- repräsentational-aktiv und
- stabil-veränderlich.

Diese Dimensionen sollten nicht als feste Kategorien betrachtet werden, sondern eher als Orientierungspunkte. „Subjektiv“ beschreibt Identität als privates Selbstverständnis, während „sozial“ Identität als ein durch soziale Diskurse geprägtes Produkt begreift. „Repräsentational“ bezieht sich auf die Vermittlung von Identität durch Sprache und Diskurse, während „aktiv“ Identität als Handlung und Beteiligung an sozialen Praktiken einordnet. „Stabilität“ und „Veränderung“ beziehen sich auf die Frage, ob Identität als fest oder dynamisch verstanden wird. Verschiedene Identitätskonzepte lassen sich entlang dieser Dimensionen charakterisieren. Je nach Konzept wird Identität entweder als stabil und subjektiv-sozial oder als veränderlich und repräsentational dargestellt.

Der empirische Zugang zur Identität

Es gibt noch eine weitere Annäherungsmöglichkeit an das Konstrukt Identität, nämlich die empirische: Um einen Überblick über die Auseinandersetzung und die Verwendung des Begriffs Identität und von Identitätstheorien in der Informa-

❗ WER INTERESSE HAT, ÜBER THEORIEN ZUM THEMA IDENTITÄT NACHZULESEN, FINDET IN DEN HIER GENANNTEN ARBEITEN DIE WICHTIGSTEN ASPEKTE ABGEBILDET:

Lave, J., & Wenger, E. (1991). *Situated learning: Legitimate peripheral participation*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511815355>

Wenger, E. (1999). *Communities of practice: learning, meaning, and identity*. Cambridge University Press.

Radovic, D., Black, L., Williams, J., & Salas, C. E. (2018). Towards conceptual coherence in the research on mathematics learner identity: a systematic review of the literature. *Educational Studies in Mathematics*, 99(1), 21–42. <https://doi.org/10.1007/s10649-018-9819-2>

Verhoeven, M., Poorthuis, A. M. G., & Volman, M. (2019). The Role of School in Adolescents' Identity Development. A Literature Review. *Educational Psychology Review*, 31(1), 35–63. <https://doi.org/10.1007/s10648-018-9457-3>

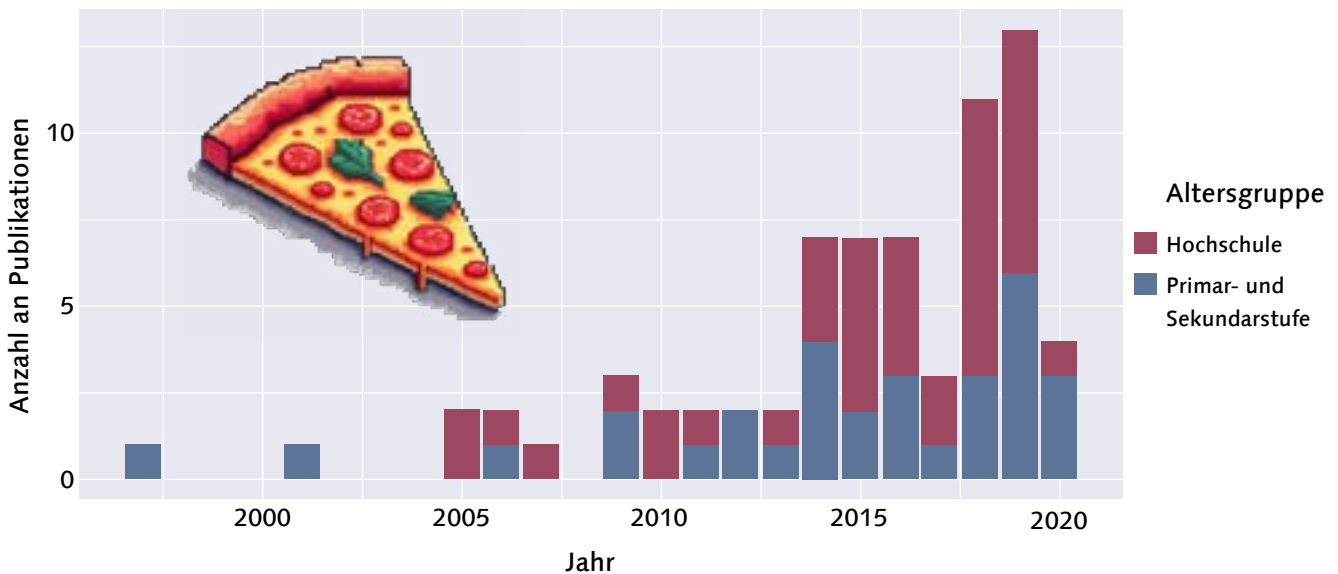


tik zu gewinnen, wurde ein systematischer Literaturreview durchgeführt. Dazu wurden mit zwei zuvor definierten Aneinanderreihungen von Suchbegriffen, sogenannten Suchstrings, Suchen in den wichtigsten Datenbanken des Faches durchgeführt. Die resultierenden Artikel wurden anhand von vorab definierten Kriterien bewertet und in eine vorläufige Sammlung aufgenommen. Dieser resultierende, initiale Überblick über Literaturfundstellen wurde anschließend mittels des sogenannten Verfahrens *forward und backward snowballing* erweitert: Dazu werden zum einen die Referenzen derjenigen Artikel betrachtet, die bereits aufgefunden wurden, und geprüft, ob sie bereits aufgefunden worden sind. Außerdem wird mit Hilfe der entsprechenden Funktionalitäten von den genannten Literaturdatenbanken überprüft, welche anderen Querverweise die Artikel beinhalten, die bereits in der Sammlung enthalten sind. Auch bei diesen neuen Artikeln wurde geprüft, ob sie bereits gefunden wurden. Die resultierenden, insgesamt 70 wissenschaftlichen Zeitschriftenbeiträge wurden anschließend gelesen, entsprechend den Forschungsfragen und vorhandenen Vorarbeiten induktiv und deduktiv codiert und die Ergebnisse analysiert.

nicht zeitlich begrenzt. Der erste Artikel, der sich mit der Thematik beschäftigt, stammt aus den späten 1990er Jahren. Dennoch ist über die Hälfte der Artikel erst nach dem Jahr 2018 erschienen.

Untersucht man die Artikel darauf, welche Gründe für die Beschäftigung mit dem Thema Identität angegeben werden, so wird von den Autor*innen als Hauptgrund Diversität angeführt, dicht gefolgt von Retention, d.h. dem Verbleib von Lernenden im Fach. Die übrigen Gründe werden demgegenüber deutlich weniger genannt. Wenig überraschend spielt Retention im Hochschulkontext eine größere Rolle, während Diversität in beiden Bereichen häufig genannt wird.

Schaut man sich an, wie Identität verwendet wird, so zeigt sich, dass der Begriff insbesondere dazu dient, soziale Phänomene genauer zu beschreiben. Identität spielt für die Forschung in der Informatikdidaktik tatsächlich die Rolle einer einstellbaren Linse, um die Interaktion von Individuen mit dem Fach und der sozialen Gruppe auf unterschiedlichen Ebenen in den Blick zu nehmen: Die Theorie kann dazu verwendet werden – vor allem gepaart mit psycholo-



● Anzahl der Publikationen zu Identität in der Informatik pro Jahr.

Identität in der Informatik: ein aktuelles Forschungsthema

Unsere Vermutung, dass es in den vergangenen Jahren einen zunehmenden Trend in der Beschäftigung mit Identität bzw. mit Identitätstheorien in der Informatik gibt, lässt sich empirisch deutlich nachvollziehen. Die Suche wurde

gischen Theorien-, Individuen und ihren Lernfortschritt im Fach in den Blick zu nehmen. Sie kann aber auch (insbesondere mit sozio-kulturellen und sozio-politischen Theorien) systemische Probleme fokussieren und darüber Auskunft geben, wie der Lernerfolg von der Fachkultur beeinflusst wird. Demgegenüber wird die Theorie seltener verwendet, um Interventionen oder gar Instrumente zu entwickeln und



Große-Bölting, G., Gerstenberger, D., Gildehaus, L., Mühling, A., & Schulte, C. (2021). Identity in K-12 Computer Education Research: A Systematic Literature Review. *ICER 2021: Proceedings of the 17th ACM Conference on International Computing Education Research* (pp. 169-183). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3446871.3469757>

Große-Bölting, G., Gerstenberger, D., Gildehaus, L., Mühling, A., & Schulte, C. (2023). Identity in higher computer education research: A systematic literature review. *ACM Transactions on Computing Education*, 23(3), Article 35. <https://doi.org/10.1145/3606707>

Große-Bölting, G. (2023). *Conceptions, Identity, Values and Practices: Didactic Perspectives on Computer Science*. <https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:gbv:8:3-2024-00158-4>

zu evaluieren. Für diese Bereiche konnten nur wenige Artikel identifiziert werden, die sich entsprechenden Aufgaben widmen; hier besteht weiterhin eine große Forschungslücke.

Die Ergebnisse zeigten auch den bereits angedeuteten Konflikt innerhalb der Identitätstheorie auf: Ihre besondere Stärke besteht darin, dass sie soziale Phänomene erläutern kann. Je mehr man jedoch die Ebene des Individuums bei der Betrachtung verlässt, desto schwieriger wird es, die zu untersuchenden Effekte zu isolieren, was jedoch notwendige Voraussetzung für die Entwicklung und Evaluation wirkungsvoller Interventionen und valider Instrumente ist. Es überrascht deswegen auch kaum, dass ein Großteil der untersuchten Artikel sich qualitativer Forschungsansätze bedient, während quantitative Methoden für die Identitätsforschung in der Informatikdidaktik nur eine nachgeordnete Rolle spielen.

Fazit

Aufgrund ihrer Vielgestaltigkeit stellt die Identitätsforschung eine große Herausforderung für Wissenschaftler*innen dar: Es ist häufig unklar, in welcher Relation einzelne Theorien zueinanderstehen, welche Funktion sie erfüllen und was ihre Besonderheit (im Vergleich zu anderen Theorien) ist. Zudem: Sollte es nicht möglich sein, eine Definition anhand eindeutiger Kriterien zu erstellen, die klar umschreibt, was Identität in der Informatik ist und für Informatiker*innen ausmacht? Der von uns durchgeführte systematische Literaturreview zeigt, dass ein solches Unterfangen nicht einfach ist: Menschen werden nicht durch eine einzelne, sondern durch eine Vielzahl von miteinander in Verbindung und Konflikt stehenden Identitäten geprägt. Jede Identitätstheorie legt außerdem unterschiedliche Schwerpunkte fest und stellt für sich ein Werkzeug dar, das für einen bestimmten Anwendungszweck gedacht ist. Daher widersprechen sich psychologische und sozio-kulturelle oder -politische Theorieansätze nicht, sie ergänzen einander bestenfalls.



i Dr. Gregor Große-Bölting

hat an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (CAU) und der FernUniversität in Hagen Philosophie und Informatik studiert. Er ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der am IPN und der CAU tätigen Arbeitsgruppe Didaktik der Informatik. Neben Lehre in den Bereichen Digital Humanities und Ethik in der Informatik beschäftigt er sich mit verschiedenen Perspektiven auf das Fach Informatik und wie diese auf Lernende (insbesondere an der Hochschule) wirken. Die hier vorgestellten Ergebnisse sind Teil seiner Dissertation.

ggb@informatik.uni-kiel.de





Soziale Gerechtigkeit beim Lernen mit KI

WIE KÜNSTLICHE INTELLIGENZ AUFGESTELLT WERDEN KANN,
DASS SIE FÜR ALLE SCHÜLER*INNEN WIRKT

Adrian Grimm & Anneke Steegh

Künstliche Intelligenz (KI) wird zunehmend im Physikunterricht genutzt –
und deren Einsatz ist auch lernwirksam. Lernwirksam für alle?
Inwiefern Bias – also systematische Verzerrungen – bei der Nutzung von KI
im Physikunterricht zum Tragen kommen und die naturwissenschaftliche Identität
von Schüler*innen beeinträchtigen, untersucht eine Forschungsgruppe am IPN.

Die Entwicklung einer naturwissenschaftlichen Identität, also die positive Selbsteinschätzung hinsichtlich der Aussage „Naturwissenschaftler*in – das bin ich“, hängt maßgeblich von Anerkennung ab. Dabei spielt vor allem die Anerkennung durch Personen eine Rolle, die als fachlich kompetent wahrgenommen werden – bei Schüler*innen etwa ihre Physiklehrkräfte.

Im Physikunterricht wird KI unter anderem dazu verwendet, Antworten von Schüler*innen automatisiert auszuwerten. Diese Auswertungen führen oft direkt zu Rückmeldungen an die Schüler*innen oder dienen den Lehrkräften als Grundlage für Feedback, das entscheidend zur Anerkennung beiträgt.

Deswegen ist Bias bei KI identitätsrelevant

Was ist ein Bias? Von Bias in KI sprechen wir, wenn KI beispielsweise systematisch besser für Schüler funktioniert als für Schülerinnen. Dies kann passieren, weil die KI mit historischen Daten trainiert wird. Wenn diese Daten bereits einen Bias enthalten, übernimmt die KI diesen, sodass sie am Ende ebenfalls voreingenommene Ergebnisse liefert.

Wenn KI für bestimmte Gruppen wie weibliche oder nicht-binäre Schüler*innen weniger zuverlässig funktioniert, kann das zu unbegründeten negativen Rückmeldungen führen. Die betroffenen Schüler*innen haben dann weniger Gelegenheit, eine starke naturwissenschaftliche Identität zu entwickeln. Dies wiederum kann die Ungleichheiten verstärken, die heute bereits sichtbar sind: Entlang von Geschlechtsidentität zeigt sich ein großes Gefälle, wenn es um Berufe geht, in denen Physik eine zentrale Rolle spielt, beispielsweise Elektrotechniker*in oder Ingenieur*in.

Auf dem Weg zu einer gerechten KI

Wie das Training von KI funktioniert, hat Andreas Mühling in seinem Beitrag im IPN-Journal Nr. 11 bildhaft und, für Einsteiger*innen geeignet, erläutert. Für Praktiker*innen im Bereich der KI existieren viele Codes of Conduct, die Diskriminierung verbieten. Gleichzeitig belegen zahlreiche Forschungsarbeiten, dass Bias in KI kein Einzelfall sind, sondern systematisch vorkommen, und dass es eine große Lücke gibt zwischen Diskriminierungsverbot auf dem Papier und dem, was in der KI-Praxis geschieht. In einer Fallstudie konnten wir für ein Beispiel im Physikunterricht aufzeigen, warum es diese Lücke gibt: Vorgaben zum Diskriminierungsverbot sind häufig nicht ausreichend spezifiziert. Deswegen müssen wir uns als KI-Community folgende Fragen ganz bewusst stellen: Gegen welche konkreten Bias braucht es präventive Maßnahmen?

Spezifischer für den Physikunterricht: Welche Bias sind im Physikunterricht besonders relevant und wie können wir ihnen effektiv und effizient mit politischer Regulierung begegnen?

Ein Spannungsfeld: Politische Vorgaben

Ausgangspunkt ist die Frage: Beantworten Schüler*innen je nach Geschlechtsidentität, Migrationsgeschichte und Behinderung Physikaufgaben unterschiedlich? Es könnte ja sein, dass Schüler*innen der siebten und achten Klasse Aufgaben zu Energie genau gleich beantworten, wir also keine Unterschiede finden. In diesem Fall wäre es eine Überregulierung, wenn politisch vorgeschrieben wird, wie Trainingsdaten in Bezug auf Geschlechtsidentität zusammengesetzt sein müssen und damit eine unnötige bürokratische Hürde. Oder gibt es einen Unterschied in den Antworten? Dann kann Regulierung notwendig sein, um keine Schüler*innen mit KI zu diskriminieren. Unsere bisher unveröffentlichten ersten Ergebnisse deuten darauf hin, dass es Bias in KI für Physikunterricht gibt, wenn nicht aktiv gesteuert wird. Durch unsere Forschung kann identifiziert werden, an welchen Stellschrauben diesem Bias besonders effektiv und effizient entgegengewirkt werden kann.

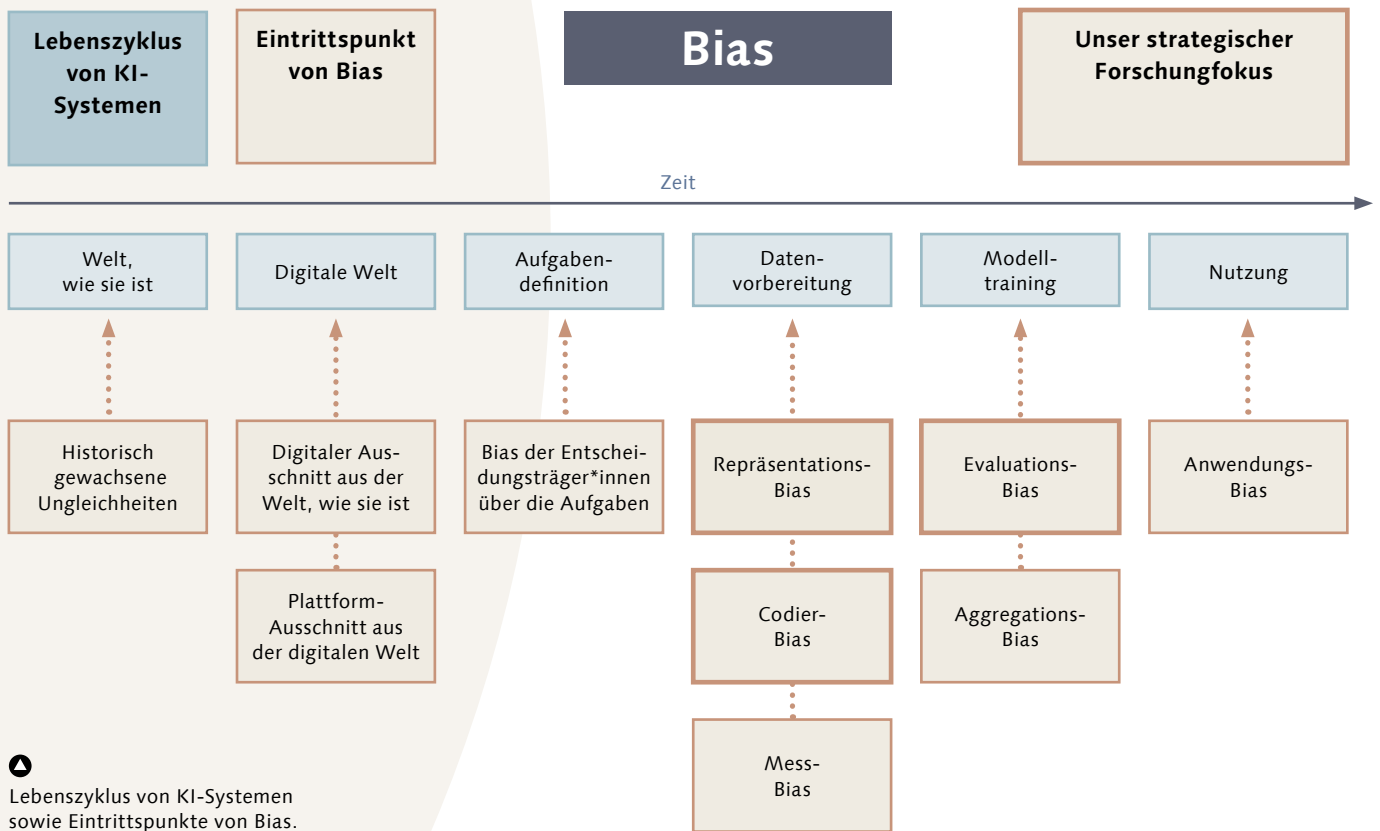


Grimm, A., Steegh, A., Colakoglu, J., Kubsch, M., & Neumann, K. (2023). Positioning responsible learning analytics in the context of STEM identities of under-served students. *Frontiers in Education*, 7, Article 1082748.

<https://doi.org/10.3389/educ.2022.1082748>

Grimm, A., Steegh, A., Kubsch, M., & Neumann, K. (2023). Learning analytics in physics education: Equity-focused decision-making lacks guidance! *Journal of Learning Analytics*, 10(1), 71-84. <https://doi.org/10.18608/jla.2023.7793>

Mühling, A. (2024). Die Lernumgebungen des KI-Labors. *IPN Journal*, 2024(11), 18–20.



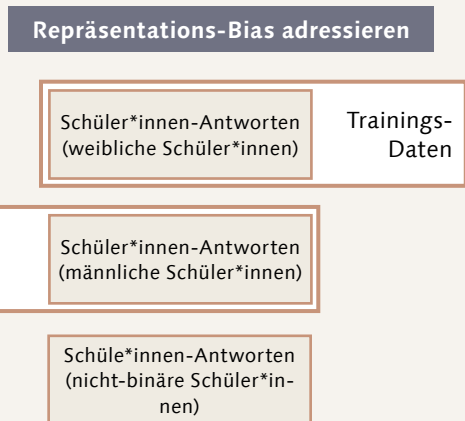
So kommt Bias in KI

Im Lebenszyklus von KI-Systemen gibt es mehrere Phasen, in denen Bias entstehen kann. Wir konzentrieren uns auf die Phasen der Datenvorbereitung und des Modelltrainings, da sie für den Physikunterricht am ehesten regulatorisch zu beeinflussen sind und vielversprechendes Potenzial beinhalten.



Repräsentations-Bias

In der Phase der Datenvorbereitung und des Modelltrainings kann eine Verzerrung auftreten, wenn die verwendeten Daten nicht repräsentativ für die spätere Anwendung sind. Dies wird als Repräsentations-Bias bezeichnet. Ein Beispiel dafür ist, wenn ein KI-System nur mit Daten von Gymnasien trainiert wird, aber später an anderen Schultypen wie Gemeinschaftsschulen eingesetzt werden soll. Die KI könnte dann an diesen anderen Schultypen schlechter funktionieren, weil die Unterschiede zwischen den Schulen in den Trainingsdaten nicht berücksichtigt wurden.

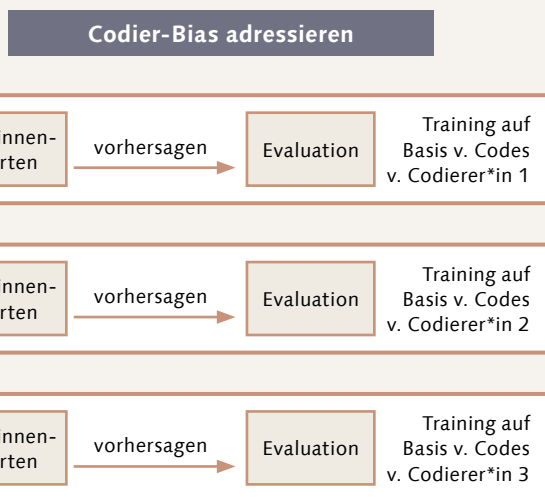


Codier-Bias

Der Codier-Bias beschreibt, dass Schüler*innen-Antworten von Menschen ausgewertet werden und dass dabei einige Schüler*innen systematisch schlechter bewertet werden als sie sind. Ein Beispiel: Antworten von Schülerinnen werden von einer codierenden Person systematisch schlechter bewertet als die Antworten von Schülern, was uns allen wegen des Einflusses gesellschaftlicher Vorurteile unabsichtlich passieren kann. Wenn dann mit dieser Auswertung eine KI trainiert wird, hat diese KI einen Bias und bewertet ebenfalls systematisch die Antworten von Schülerinnen schlechter.

Evaluations-Bias

Außerdem schauen wir auf den Evaluations-Bias, bei dem die Verzerrung dadurch entsteht, dass eine Prüfmethode so angelegt ist, dass bestehende Diskriminierungen nicht aufgedeckt werden. Wird z. B. eine KI nur dahingehend überprüft, ob eine Klasse im Durchschnitt mehr lernt als ohne KI, so sagt dies nichts über den Bias aus. Es könnte ja sein, dass Schüler in dieser Klasse im Durchschnitt viel mehr mit KI lernen als die Schülerinnen. Notwendig wäre dann eine separate Evaluation der Gruppen von Schüler*innen, basierend auf Gender, zusätzlich zu einer Gesamtevaluation.



Wie ein Repräsentations-, Codier- und Evaluations-Bias adressiert werden kann.

Strategien zur Minimierung von Bias: Unsere Forschungsansätze

Wir sind im Moment dabei zu prüfen, ob es einen Unterschied macht, mit welchen Daten eine KI trainiert wird. Dafür trainieren wir die KI nur mit Daten von Schülerinnen, dann mit 10% Daten von Schülern und 90% Daten von Schülerinnen, darauffolgend mit 20% zu 80%, bis wir sie schließlich mit 100% Daten von Schülern trainieren. Abschließend evaluieren wir, ob – abhängig von den Trainingsdaten – die KI für Schülerinnen schlechter funktioniert als für Schüler. Unsere ersten Ergebnisse deuten darauf hin, dass die Zusammensetzung der Trainingsdaten einen Effekt hat, aber nicht alleine für Bias in KI verantwortlich ist.

Außerdem widmen wir uns der Frage, wie ein Codier-Bias adressiert werden kann. Dafür lassen wir die gleichen Antworten von Schüler*innen durch mehrere Codierer*innen auswerten. Anschließend schauen wir, ob die KI – in Abhängigkeit davon, wer die Daten codiert hat – unterschiedlich gut für Schülerinnen und Schüler funktioniert. Wenn es einen Unterschied macht, scheint ein Codier-Bias vorzuliegen. Diesem Codier-Bias muss dann schon vor dem eigentlichen Training der KI entgegengewirkt werden. Hier befinden wir uns noch in der Auswertung der ersten Datensätze.

Zuletzt widmen wir uns noch der Frage, wie ein Repräsentations-Bias adressiert werden kann. Hierfür versuchen wir zunächst, mit den Antworten der Schüler*innen die Geschlechtsidentität von Schüler*innen vorherzusagen. Wenn das klappt, gibt es offensichtlich geschlechtsbasierte Muster in den Antworten der Schüler*innen. Und je besser das klappt, umso stärker sind die Muster. Eine KI lernt Muster aus Trainingsdaten. Deswegen gilt zunächst ohne Berücksichtigung weiterer Aspekte: Je größer die geschlechtsbasierten Muster in den Schüler*innen-Antworten sind, umso größer ist die Gefahr, dass die KI diese Muster als Abkürzung verwenden wird. Dies wäre problematisch, weil es eine Diskriminierung darstellt und eben keine an Qualitätskriterien orientierte Auswertung. Eine solche Risikoeinschätzung kann dazu dienen, Auflagen zur Evaluation von KI höher oder niedriger auszugestalten. Unsere ersten Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine Risikoeinschätzung funktioniert. Also: Je besser eine KI die Geschlechtsidentität von Schüler*innen vorherzusagen kann, umso größer ist auch ihr geschlechtsbasierter Bias.

Fazit: Gerechte KI erfordert politische Regulierung

KI hält zunehmend Einzug in den Physikunterricht und das ist richtig, weil das Lernen dadurch unterstützt wird. Wir arbeiten aber auch daran, dass das Lernen für alle Schüler*innen gleichermaßen unterstützt wird. Damit soll die ohnehin schon bestehende Unterrepräsentation von beispielsweise Schülerinnen nicht noch weiter verstärkt werden. KI im Physikunterricht ist nicht automatisch ohne Bias, im Gegenteil: Es erfordert aktive Arbeit, mit KI zu arbeiten, die keinen Bias hat.



Adrian Grimm (er)

ist wissenschaftlicher Mitarbeiter der Didaktik der Physik am IPN. In seiner Forschung widmet er sich insbesondere der Frage, wie naturwissenschaftlicher Unterricht so gestaltet werden kann, dass alle Schüler*innen eingeladen werden, sodass historisch gewachsene Ungleichheiten entlang von Diversitätsdimensionen aktiv abgebaut werden.

grimm@leibniz-ipn.de

Mastodon: [@AdrianGrimm@digitalcourage.social](https://social.mint-edu.org/@AdrianGrimm)



Dr. Anke Steegh

ist Postdoktorandin am IPN in den Abteilungen Didaktik der Chemie. Sie forscht zu MINT-Identität und marginalisierten Identitäten in der MINT-Bildung.

steegh@leibniz-ipn.de





Vom Physikunterricht zum erfolgreichen Start ins Physikstudium

WARUM DAS GEFÜHL
DAZUZUGEHÖREN
EINEN ENTSCHEIDENDEN
UNTERSCHIED MACHT

Markus S. Feser, Thorid Rabe &
Inka Haak

Der Übergang von der Schule zur Universität stellt eine wichtige Scharnierstelle in der Bildungsbiografie von Studierenden dar. Damit dieser Übergang möglichst reibungslos verläuft, spielen nicht nur fachliche, sondern auch soziale Faktoren eine entscheidende Rolle. Ein wichtiger sozialer Erfolgsfaktor, der in diesem Zusammenhang in den vergangenen Jahren zunehmend in den Fokus der Bildungsforschung gerückt ist, nennt sich *Sense of Belonging*. In diesem Beitrag möchten wir den Einfluss des *Sense of Belonging* im Physikunterricht auf den Studienverlauf von Physikstudierenden näher beleuchten.

Der Begriff *Sense of Belonging* beschreibt vereinfacht ausgedrückt unser subjektives Gefühl, sich als Mensch zu einer bestimmten Personengruppe zugehörig zu fühlen. Dabei gehören wir meist mehreren Gruppen gleichzeitig an: Wir haben einen Freundeskreis, sind vielleicht in einem Sportverein aktiv, leben in einem Wohnviertel und bewegen uns in einer bestimmten Online-Community. Zu diesen Gruppen entwickeln wir verschiedene Zugehörigkeitsgefühle, die zwar teilweise eng miteinander verknüpft, aber dennoch voneinander abgrenzbar sind.

Für den Studienerfolg von Physikstudierenden sind besonders zwei Zugehörigkeitsgefühle wichtig: das Zugehörigkeitsgefühl zu ihrer eigenen Hochschule – das *University Belonging* – und das Zugehörigkeitsgefühl zur Physik als wissenschaftliche Disziplin – der sogenannten *Sense of Belonging to Physics*. Letzteres manifestiert sich u. a. darin, inwieweit sich Studierende mit bzw. von Menschen, die sich akademisch mit Physik befassen, verbunden und anerkannt fühlen. *Sense of Belonging to Physics* ist ein Ausdruck davon, dass Studierende ihre eigene Identität in Bezug zur Fachkultur der Physik (neu) verhandeln und positionieren.



Dass sie sich dabei mit deren spezifischen sozialen Normen, Praktiken und Routinen positiv ins Verhältnis setzen, ist entscheidend für ihre Selbstidentifikation als angehende Physiker*innen und wirkt sich auf ihren akademischen Erfolg im Physikstudium aus.

Bisherige Forschung hat gezeigt, dass ein starker Sense of Belonging to Physics insbesondere in der Studieneingangsphase von großer Bedeutung ist. Studierende, die in der Physik ein starkes Gefühl des Dazugehörens erleben, neigen weniger dazu, ihr Studium abzubrechen oder das Fach zu wechseln. Dieses Zugehörigkeitsgefühl gibt ihnen emotionale Stabilität und Sicherheit und stärkt damit ihre Resilienz gegenüber den Herausforderungen des Studiums. Interessanterweise beginnt die Entwicklung eines Sense of Belonging to Physics bei Studierenden nicht erst mit dem Eintritt ins Studium. Bereits in der Schule kann ein Grundstein für ein solches Zugehörigkeitsgefühl zur Physik gelegt werden, weil im Physikunterricht für viele Schüler*innen eine Art Erstkontakt mit der Fachdisziplin Physik und ihrer Fachkultur stattfindet. Durch die erste Auseinandersetzung mit physikalischen Themen und die erlebte Unterstützung durch Lehrkräfte und Mitschüler*innen kann ein starkes Gefühl des Dazugehörens entstehen. Es liegt nahe, dass sich diese Erfahrungen nicht nur positiv auf das Interesse an Physik auswirken, sondern auch beeinflussen, wie stark sich Studierende später in ihrem Physikstudium mit dem Fach verbunden fühlen; dieser Zusammenhang wurde bislang allerdings noch nicht systematisch untersucht.

Der Einfluss des Sense of Belonging im Physikunterricht

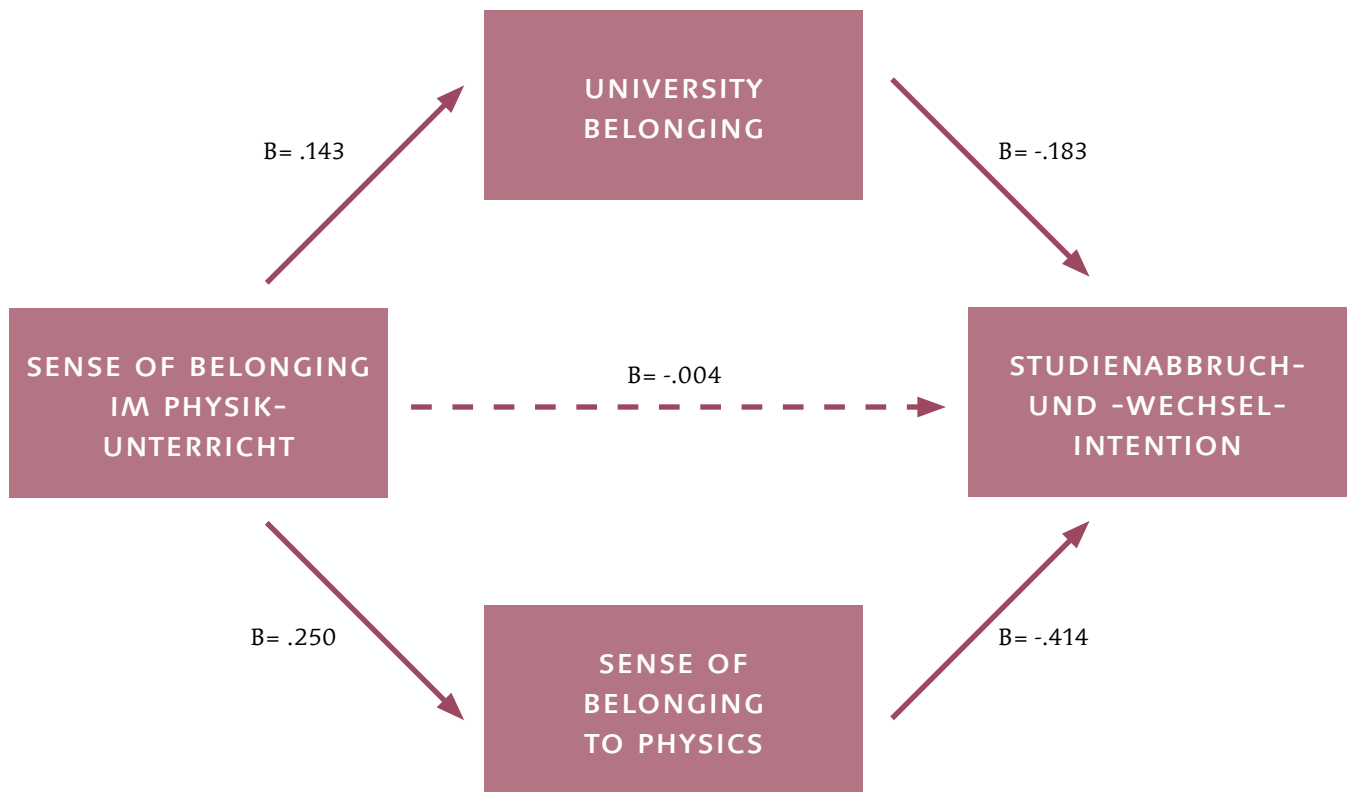
In unserer Studie greifen wir diese Forschungslücke auf und untersuchen, wie der Sense of Belonging, den Studierende während ihrer Schulzeit im Physikunterricht erlebt haben, ihre Entscheidung beeinflusst, das Studium an der Universität abzubrechen. Die Analyse basiert auf einer Befragung von 263 Physikstudierenden in der Studieneingangsphase an 20 deutschen Universitäten im Jahr 2022, deren Durchführung von der Max-Planck-Stiftung gefördert wurde. Die Studierenden wurden nach ihrem rückblickenden Sense of Belonging im Physikunterricht, ihrem aktuellen Sense of Belonging to Physics, ihrem University Belonging sowie ihrer Intention, das Studium abzubrechen oder das Fach zu wechseln, befragt. Diese erhobenen Daten wurden mittels einer Mediationsanalyse ausgewertet. Eine Mediationsanalyse ist eine statistische Methode, mit der untersucht werden kann, ob und wie der Zusammenhang zwischen zwei Variablen über eine dritte Variable (den sogenannten Mediator) vermittelt wird. Sie wird oft genutzt, um besser zu verstehen, welche Schritte oder Mittler den Zusammenhang zwischen zwei Variablen beeinflussen.

Die Ergebnisse unserer Datenanalyse zeigen deutlich, dass ein starker Sense of Belonging im Physikunterricht das Risiko eines Studienabbruchs oder -wechsels signifikant verringert. Bemerkenswert ist dabei allerdings, dass sich in unseren Daten keine direkte Wirkung dieses früheren Zugehörigkeitsgefühls zeigt.

Feser, M. S., Haak, I., & Rabe, T. (2023). *VeSP-Be – Vergleich von Studieneingangsphasen in Physik hinsichtlich des Sense of Belonging von Studierenden. Dokumentation der Erhebungsinstrumente und deren deskriptive, quantitative Ergebnisse.* <http://dx.doi.org/10.25656/01:26178>

Feser, M. S., Rabe, T., & Haak, I. (2024). Echoes of social experience: Tracing the link between a sense of belonging in school physics classes and physics students' persistence in higher education. *European Journal of Physics*, 45(4), 045704. <https://doi.org/10.1088/1361-6404/ad4c2a>

Feser, M. S., Haak, I., & Rabe, T. (2023). Sense of belonging among first-year physics students in Germany: Exploring intergroup differences and correlations. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 19(11), em2345. <https://doi.org/10.29333/ejms-te/13656>



▲ Effekte des Sense of Belonging, den Studierende in ihrem Physikunterricht erlebt haben, auf ihre Studienabbruch- und -wechselintention, mediiert über ihren aktuellen Sense of Belonging to Physics und ihr aktuelles University Belonging. Signifikante Effekte ($p < .05$) sind durch durchgezogene Linien, nicht-signifikante ($p \geq .05$) durch gestrichelte Linien gekennzeichnet. $B \approx .10$ verweist auf einen kleinen Effekt, $B \approx .30$ auf einen mittleren Effekt.

Stattdessen zeigt unsere Mediationsanalyse, dass der Sense of Belonging im Physikunterricht indirekt über die aktuellen Sense-of-Belonging-Ausprägungen im Studium (hier der Mediator) auf die Studienabbruch- und -wechselintention der Studierenden wirkt. Unsere Analyse zeigt zudem, dass der Sense of Belonging to Physics im Studium etwa viermal so stark zur Senkung der Abbruch- oder Wechselabsicht beiträgt wie das allgemeine University Belonging der Studierenden. Damit unterstreicht dieses Ergebnis, wie wichtig es ist, bereits in der Schule den Sense of Belonging to Physics zu fördern. Physikstudierende, die bereits im Physikunterricht ein ausgeprägtes Zugehörigkeitsgefühl entwickeln konnten, empfinden auch in ihrem Studium einen stärkeren Sense of

Belonging to Physics sowie im geringeren Umfang auch zu ihrer Hochschule. Eine erfolgreiche Identitätsaushandlung und -positionierung von Physikstudierenden in der Studieneingangsphase, die sich nachhaltig auf deren akademische Entwicklung auswirkt, wird also durch positive Zugehörigkeitserfahrungen in der Schule unterstützt. Anders ausgedrückt: Schüler*innen, die sich im Physikunterricht zugehörig fühlen, nehmen diese positiven sozialen Erfahrungen mit ins Studium und profitieren davon, möglicherweise sogar während ihrer gesamten Hochschulbildung.



Fazit

Diese Ergebnisse haben wichtige Implikationen für die Bildungsforschung und -praxis. Sie unterstreichen, dass es nicht ausreicht, sich im Physikunterricht lediglich auf die Vermittlung inhalts- und arbeitsweisenbezogener Fähigkeiten und Fertigkeiten zu konzentrieren. Ebenso wichtig ist es, Identitätsaushandlungsprozesse in Bezug auf die Fachkultur der Physik zu ermöglichen und die soziale Eingebundenheit der Schüler*innen zu fördern. Für Universitäten bedeutet dies, dass sie ihre Bemühungen verstärken sollten, den Sense of Belonging to Physics insbesondere bei Studienanfänger*innen zu fördern. Ein stärkerer Fokus auf die soziale Eingebundenheit der Studierenden im Fach Physik könnte dazu beitragen, deren akademische Erfolgchancen zu erhöhen und die Abbruchquoten im Physikstudium zu senken. Die Implementation von Mentor*innenprogrammen oder die Stärkung von Fachschaftsangeboten für Studienanfänger*innen sind dabei Erfolg versprechende Ansätze.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass der Sense of Belonging im Physikunterricht der Schule eine entscheidende Rolle für den Studienverlauf an der Universität spielt. Ein starkes Zugehörigkeitsgefühl zur Physik, das bereits in der Schule gefördert wird, könnte ein Schlüssel zur Verbesserung der Studienzufriedenheit und des Studienerfolgs im Fach Physik sein.



i Dr. Markus Sebastian Feser

ist Postdoktorand am IPN in den Abteilungen Didaktik der Physik und Fachbezogener Erkenntnistransfer. Er forscht u. a. zu den Themen (Lehrer*innen-)Identität und Sense of Belonging in naturwissenschaftlichen Lehr- und Lernprozessen.

feser@leibniz-ipn.de



i Prof. Dr. Thorid Rabe

ist Professorin für Didaktik der Physik an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Sie forscht u. a. im Bereich von Identitätsaushandlungen zu Physik, Lehrkräfteprofessionalisierung und Klimabildung.

thorid.rabe@physik.uni-halle.de



i Dr. Inka Haak

ist wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Physikdidaktik an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Ihr Forschungsschwerpunkt liegt in der Studieneingangsphase Physik mit besonderem Interesse für Lerngruppen und Identitätsaushandlungen von Lehramts- und Fachstudierenden.

inka.haak@physik.uni-halle.de





MINT für alle!

**WIE AUSSERSCHULISCHE ANGEBOTE IM MINT-BEREICH GESTALTET SEIN SOLLTEN,
DAMIT SICH ALLE SCHÜLER*INNEN VON IHNEN ANGESPROCHEN FÜHLEN**

Jasmin Çolakoğlu, Anneke Steegh & Ilka Parchmann

MINT-Bildung erfolgt nicht nur in der Schule. Es gibt in Deutschland viele außerschulische MINT-Angebote, wie von Museen und Lernlaboren oder auch wie Ferien- und Förderangebote. In der MINT-Bildung fühlen sich aber viele Kinder aus marginalisierten Gruppen, also aus solchen, die gesellschaftlich weniger Sichtbarkeit und Privilegien erfahren, in diesem außerschulischen Bereich oftmals nicht angesprochen oder willkommen. Dies ist meistens auf die vorherrschende Kultur und stereotypisierte Erwartungen in MINT-Kontexten zurückzuführen.

In diesem Beitrag stellen wir ausgewählte Forschungsergebnisse vor, die zeigen, wie informelle Bildungsangebote gestaltet werden können, um unterrepräsentierte Zielgruppen – z. B. Mädchen, sozial benachteiligte Jugendliche und Kinder mit Migrationshintergrund – in ihren Identitäten zu stärken, sich in MINT-Umgebungen zugehörig zu fühlen und ihnen die Möglichkeit zu bieten, ihre Identitäten frei und selbstbestimmt zu entfalten.

Informelle Bildungsangebote möchten und sollten möglichst alle Kinder und Jugendliche erreichen, und zwar unabhängig vom ökonomischen und sozialen Hintergrund der Schüler*innen. Diese heterogene Zielgruppe für MINT-Angebote zu gewinnen, birgt für die Anbietenden gewisse Schwierigkeiten. Denn viele dieser Angebote, wie sie auch am IPN

entwickelt werden, erwecken den Anschein, dass sie nicht für Kinder aus nicht-akademischen Haushalten gedacht seien. Ein Schulleiter einer Gemeinschaftsschule formulierte es treffend: „Man denkt immer: IPN und Forschungseinrichtung – oh Gott! Das ist für Gymnasium, Oberstufe oder so.“



WAS VERSTEHT MAN UNTER INFORMELLER BILDUNG?

Informelle Bildung umfasst Lernprozesse, die außerhalb von formalen Institutionen wie Schulen oder Universitäten stattfinden. Sie ist oft freiwillig und orientiert sich an den Interessen der Lernenden. Typische Orte informeller Bildung sind Museen, Jugendzentren, Bibliotheken oder auch außerschulische Programme wie MINT-Workshops. Im Gegensatz zum strukturierten, curricularen Lernen bietet informelle Bildung den Teilnehmer*innen die Möglichkeit, selbstbestimmt und in ihrem eigenen Tempo zu lernen, oft in praxisnahen, sozialen und lebensnahen Kontexten. Dabei spielen Neugier, Entdecken und eigenständiges Lernen eine zentrale Rolle.

Wer gehört zu MINT?

Die Wahrnehmung, dass außerschulische Angebote im MINT-Bereich nur für Gymnasien bzw. für deren Schüler konzipiert sind (bewusst wird an dieser Stelle nicht auch von Schüler*innen gesprochen), verdeutlicht ein grundlegendes Problem: Viele MINT-Angebote sind zwar theoretisch offen für alle, aber in der Praxis existieren systemische Barrieren, die bestimmte Gruppen ausschließen. MINT-Umgebungen sind oft von einer Kultur der Männlichkeit und des Elitismus geprägt, was es insbesondere Mädchen, Jugendlichen aus sozial schwächeren Verhältnissen sowie jungen Menschen mit Migrationshintergrund schwer macht, sich in diesen Kontexten willkommen zu fühlen. Dabei geht es nicht darum, dass diese Gruppen kein Interesse an MINT hätten. Vielmehr ist das Problem kulturell bedingt: MINT wird oft als Umgebung für einen bestimmten, historisch geprägten Typus Mensch wahrgenommen – überwiegend weiß, männlich, heterosexuell und akademisch. Menschen, die sich mit (zumindest einem Großteil) dieser Merkmale identifizieren können, fühlen sich auch potenziell eher zugehörig zu MINT und haben es damit auch einfacher, sich als „MINT-Person“ zu identifizieren.

Wer sich mit diesen prototypischen Merkmalen nicht identifizieren kann, fühlt sich leicht nicht zugehörig.

In unserer Forschung beschäftigen wir uns daher mit der Frage, wie das Bildungsumfeld und insbesondere informelle Bildungsangebote gestaltet werden können, sodass sie die bisher stark marginalisierten Schüler*innen ansprechen und es ihnen ermöglichen, sich in der MINT-Welt zu Hause zu fühlen sowie eine sogenannte MINT-Identität zu entwickeln. Dies tun wir, indem wir die Identitäten dieser Kinder und Jugendlichen in den Fokus stellen und zentrale Kontexte untersuchen, die ihre Identitätsentwicklung möglicherweise beeinflussen.

Angebote sollten praktisch, handlungsorientiert und authentisch sein, um persönliche Bindungen zu fördern

Unsere Forschung zeigt, dass eine ganzheitliche Gestaltung von MINT-Angeboten entscheidend ist, um marginalisierte Gruppen zu erreichen und sie positiv in Angebote einzubinden. Ganzheitlich beschreibt dabei, dass die Gestaltung von MINT-Angeboten nicht nur einzelne Aspekte wie Inhalte oder Aktivitäten in den Blick nehmen sollte, sondern auch alle relevanten Faktoren, die die MINT-Identitätsbildung von marginalisierten Gruppen beeinflussen. Dazu gehört beispielsweise auch die soziale und emotionale Unterstützung. In einem Überblicksartikel haben wir verschiedene Forschungsstudien zu internationalen MINT-Bildungsangeboten für schlecht erreichte Zielgruppen analysiert und daraus Handlungsempfehlungen abgeleitet. Durch diese Analyse konnten zentrale Konzepte identifiziert werden, die für eine MINT-Identitätsbildung von Bedeutung waren. Im Kern geht es also darum, Angebote so zu gestalten, dass sie von Beginn an für alle zugänglich sind.



Çolakoglu, J., Steegh, A., & Parchmann, I. (2023). Reimagining informal STEM learning opportunities to foster STEM identity development in underserved learners. *Frontiers in Education*, 8, Article 1082747. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1082747>



Zusammenfassung der zentralen Konzepte und entsprechenden praktischen Ansätze zur Unterstützung einer MINT-Identitätsentwicklung bei marginalisierten Lernenden

ZENTRALE KONZEPTE FÜR MINT-IDENTITÄTSENTWICKLUNG	PRAKTISCHE ANSÄTZE
MINT-Wissen & -Fertigkeiten	lernendenzentrierte, handlungsorientierte Aktivitäten, Experimente und authentische MINT-Kontexte
Anerkennung als MINT-Person	Beziehungen zwischen den Teilnehmenden fördern
	Beziehungen zwischen den Teilnehmenden und den Betreuenden fördern
	nicht-stereotype Verhaltens- und Lebensweisen im MINT-Bereich explizit ermöglichen und unterstützen
Zugehörigkeitsgefühl zu MINT	Beziehungen zwischen den Teilnehmenden fördern
	Beziehungen zwischen den Teilnehmenden und den Betreuenden fördern
	den Teilnehmenden Rollenvorbilder bieten
Handlungsfähigkeit, Werte & Einstellungen	den Teilnehmenden Vorbilder bieten
	lernendenzentrierte, handlungsorientierte Aktivitäten, Experimente und authentische MINT-Kontexte
	Autonomie und Handlungsfähigkeit der Teilnehmenden fördern

Wichtig sind praktische, handlungsorientierte Aktivitäten, authentische Kontexte und die Förderung persönlicher Bindungen – sowohl zwischen den Teilnehmenden als auch zu Rollenmodellen und Betreuungspersonen.

Die Analyse verdeutlicht, dass die positive Entwicklung von MINT-Identitäten auf mehreren zentralen Konzepten beruht, die durch geeignete praktische Ansätze unterstützt werden können. Zuallererst spielen MINT-Wissen und -Fertigkeiten eine entscheidende Rolle. Dies umfasst sowohl das Verständnis grundlegender Konzepte als auch die Fähigkeit, MINT-spezifische Fertigkeiten und Begriffe in praktischen Situ-

ationen anzuwenden. Um diese Aspekte zu fördern, sollten lernendenzentrierte, handlungsorientierte Aktivitäten, Experimente und authentische MINT-Kontexte bereitgestellt werden.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Anerkennung als MINT-Person. Diese Anerkennung bezieht sich darauf, dass Individuen sich selbst als Teil der MINT-Community anerkennen und ihre Identität in diesem Bereich auch von anderen anerkannt wird. Um dies zu erreichen, sollten Beziehungen zwischen den Teilnehmenden gefördert werden, sowohl untereinander als auch zu den betreuenden Personen.

» Es gilt, bestehende Machtverhältnisse und stereotype Erwartungen zu hinterfragen und Raum für diverse Verhaltensweisen zu schaffen. «

Darüber hinaus ist es wichtig, nicht-stereotype Verhaltens- und Lebensweisen im MINT-Bereich explizit zu ermöglichen und zu unterstützen, um Diversität in der Identifikation zu fördern.

Das Zugehörigkeitsgefühl zu MINT ist ein weiterer zentraler Aspekt. Damit ist das Empfinden gemeint, in der MINT-Community akzeptiert und integriert zu sein. Dieses Gefühl kann gestärkt werden, indem positive Beziehungen sowohl zwischen den Teilnehmenden als auch zu den Betreuenden aufgebaut werden. Zudem sollten den Teilnehmenden Rollenvorbilder geboten werden, die ihre Identifikation mit dem MINT-Bereich unterstützen. Schließlich spielen die Handlungsfähigkeit sowie die Entwicklung von Werten und Einstellungen eine entscheidende Rolle. Hierunter versteht man die Fähigkeit und das Recht von Individuen, selbstständig aktive Entscheidungen zu treffen und Handlungen auszuführen, die das eigene Lernen und das Verfolgen von persönlichen Zielen betreffen. Um diese Handlungsfähigkeit zu stärken sind lernendenzentrierte, handlungsorientierte Aktivitäten, Vorbilder und authentische MINT-Kontexte wichtig, um Autonomie zu fördern und die Teilnehmenden in ihrer Entscheidungsfindung zu unterstützen.

In einer weiteren Studie haben wir Kinder, Eltern, Lehrkräfte und Verantwortliche eines vom IPN entwickelten und durchgeführten außerschulischen MINT-Programms interviewt. Ziel war es zu verstehen, wie marginalisierte Kinder ihre Identitäten im MINT-Kontext entwickeln und welche Ressourcen aus ihrem Umfeld ihnen dabei helfen. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass Kinder ihre Identitäten auf unterschiedliche Weise entwickeln und dabei auf unterschiedliche Identitätskonzepte Wert legen, wie beispielsweise

Zugehörigkeitsgefühle, Anerkennung oder Werte. Es stellte sich heraus, dass die Kinder aktiv entschieden, welche Ressourcen für sie besonders wichtig waren und am besten zu ihrem Konzept von Identität passten. Für einige war das Zugehörigkeitsgefühl in Form des Austauschs mit anderen von großer Bedeutung, weshalb sie häufig mit Gleichaltrigen interagierten. Diese sozialen Kontakte trugen positiv zu ihrer Identitätsbildung bei, da sie die benötigten Ressourcen effektiv nutzen konnten. Andere hingegen legten mehr Wert auf das Handeln nach ihren eigenen Überzeugungen. Sie hatten sich bewusst entschieden, das MINT-Programm als Plattform zu verwenden, um ihren Werten nachzugehen, was ebenfalls ihre Identitätsentwicklung förderte.

Ein einheitliches Muster ergab sich nicht – jedes Kind interagierte anders im MINT-Kontext, abhängig von persönlichen Interessen und Bedürfnissen. Übereinstimmend war jedoch, dass alle Kinder das Gefühl hatten, sich in verschiedenen Kontexten frei entfalten zu können, und sie fühlten eine gewisse Handlungsmacht. Dies kann durch die Einbeziehung der Kinder in die Mitgestaltung von schulischen oder informellen MINT-Kontexten erreicht werden.

Diese Vielfalt zeigt, dass flexibel und adaptiv gestaltete MINT-Bildungsangebote den verschiedenen Bedürfnissen der Kinder gerecht werden können. Unsere Forschung legt nahe, dass es keine „Einheitslösung“ für bestimmte Personengruppen gibt und dass man keine individualisierten Angebote für bestimmte Typen schaffen kann. Stattdessen hilft es, Bildungsangebote ganzheitlich zu gestalten, um unterschiedliche Identitäten und Bedürfnisse anzusprechen.

Fazit

Es liegt nicht an mangelndem Interesse der Zielgruppen, dass MINT-Angebote nicht von allen wahrgenommen werden. Vielmehr müssen wir uns eingestehen, dass es Kennzeichen einer MINT-Kultur sind, die bestimmte Menschen ausgrenzen. Um informelle MINT-Programme für alle zu öffnen, müssen Bildungsangebote Identitätsaspekte ihrer Zielgruppen berücksichtigen. Es reicht nicht, nur spannende Inhalte anzubieten – die Art und Weise, wie diese vermittelt werden, und die Frage, ob Teilnehmende das Angebot mitgestalten können, sind wichtig.

Ebenso ist ein wertschätzendes Umfeld von Bedeutung. Besonders wichtig ist die Reflexion durch die Anbietenden: Es gilt, bestehende Machtverhältnisse und stereotype Erwartungen zu hinterfragen und Raum für diverse Verhaltensweisen zu schaffen. Nur so kann ein MINT-Umfeld entstehen, in dem sich alle willkommen und wertgeschätzt fühlen.



📍 Jasmin Çolakoğlu (sie/ihr)

ist wissenschaftliche Mitarbeiterin und Doktorandin der IPN-Abteilung Didaktik der Chemie. Sie beschäftigt sich vornehmlich mit Fragen zu Diversität und damit, wie bisher schlecht erreichte Zielgruppen in MINT erreicht werden können. Dabei legt sie den Fokus auf Kinder und Jugendliche aus sozial schwächeren Verhältnissen, mit Migrationshintergrund und auf Mädchen.

colakoglu@leibniz-ipn.de



📍 Dr. Anneke Steegh

ist Postdoktorandin am IPN in den Abteilungen Didaktik der Chemie. Sie forscht zu MINT-Identität und marginalisierten Identitäten in der MINT-Bildung.

steegh@leibniz-ipn.de

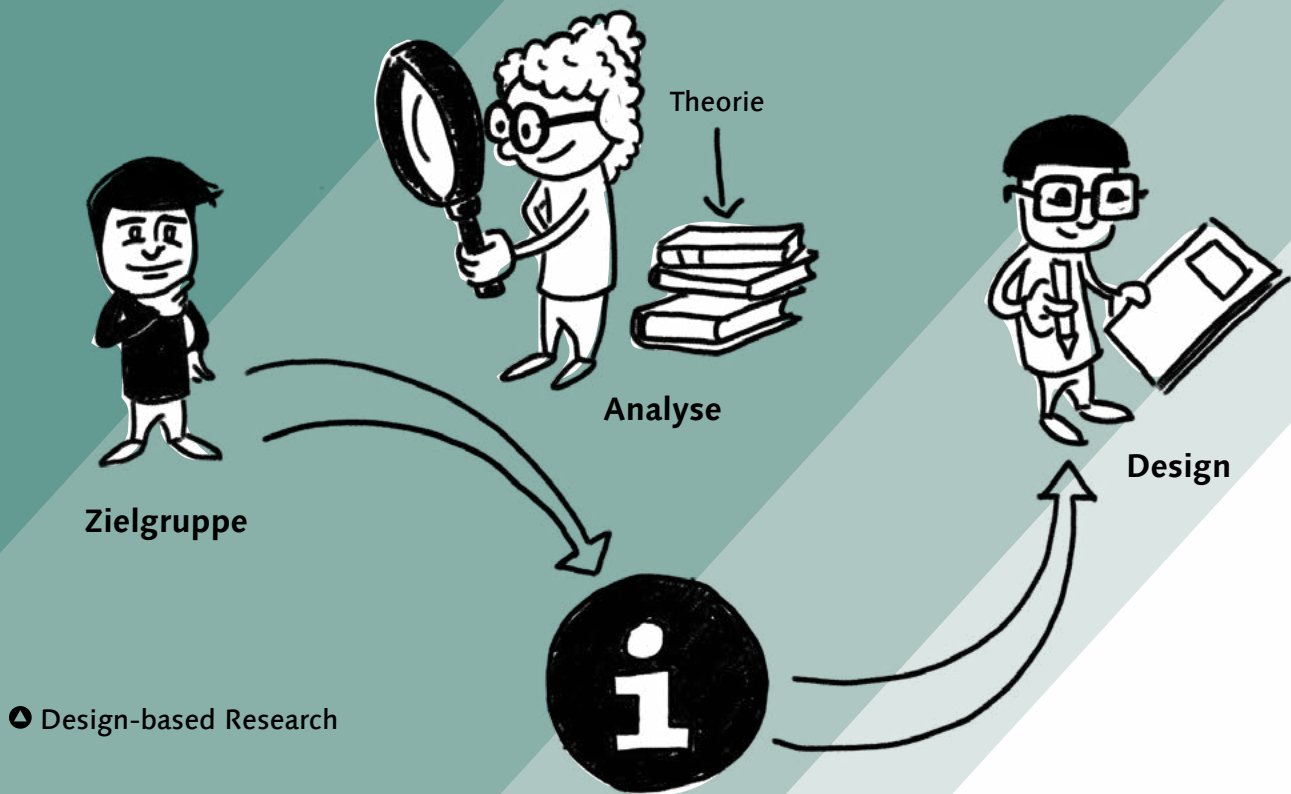


📍 Prof. Dr. Dr. h.c. Ilka Parchmann

ist Professorin und Direktorin der Abteilung Didaktik der Chemie am IPN.

parchmann@leibniz-ipn.de





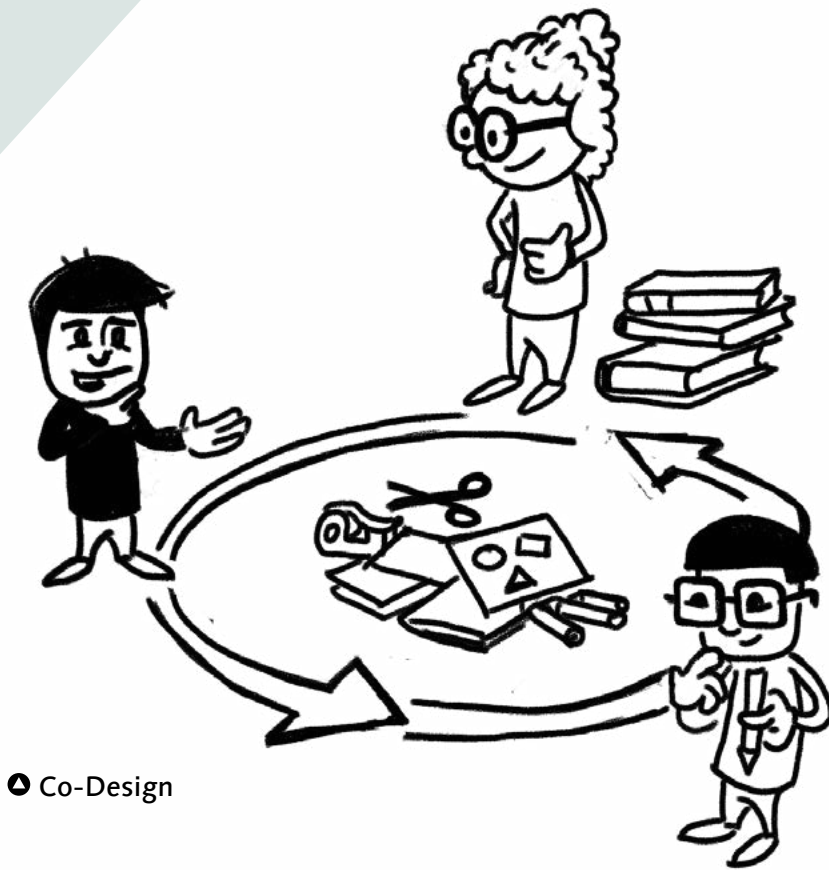
▲ Design-based Research

Mitgestalten erwünscht!

WIE PARTIZIPATIVE DESIGN-ANSÄTZE MINT-ANGEBOTE
VERÄNDERN KÖNNEN

Carolin Enzingmüller, Jane Momme & Justus-Constantin Bahr

Wie vielfältig präsentiert sich MINT? Bei wem kommen unsere Angebote aus Bildung und Wissenschaftskommunikation an und bei wem nicht? Diese Fragen sind zentral, wenn es darum geht, MINT-Themen zugänglich zu machen. Oft konzentrieren sich unsere Überlegungen dabei auf die Ergebnisse – auf die Formate, Materialien und Wirkungen, die am Ende stehen. In diesem Beitrag wollen wir aufzeigen, warum der Weg dorthin – also der Design-Prozess – mindestens genauso wichtig ist, wenn wir MINT inklusiver gestalten wollen.



● Co-Design



WAS IST CO-DESIGN?

Der Begriff „Co-Design“ bezeichnet einen kollaborativen Designansatz, der darauf abzielt, verschiedene Akteur*innen aktiv in den Entwicklungsprozess von Tools, Materialien oder Events einzubeziehen. Statt Designentscheidungen nur von Expert*innen treffen zu lassen, arbeiten Designer*innen, Nutzer*innen und andere Interessensgruppen zusammen. Der Grundgedanke basiert auf der Annahme, dass diejenigen, die von einem Produkt oder einer Lösung betroffen sind, auch aktiv an dessen Gestaltung mitwirken sollten. Mit Methoden wie Workshops, Interviews oder Prototypen-Tests werden die verschiedenen Perspektiven daher in den Kreativprozess eingebunden.

Menschen identifizieren sich in der Regel über ihre Zugehörigkeiten zu bestimmten Gruppen und die damit verbundenen Erfahrungen. Diese Identität wirkt sich maßgeblich darauf aus, inwiefern eine Einzelperson sich mit bestimmten Angeboten und Räumen identifiziert und diese für sich nutzt – oder eben nicht. Partizipative Ansätze wie der Co-Design-Ansatz ermöglichen es, die Identitäten der späteren Nutzer*innen von Anfang an in den Entwicklungsprozess von Bildungs- und Kommunikationsangeboten einzubeziehen. Während klassische Design-Arbeiten im Bildungsbereich häufig darauf abzielen, Theorien weiterzuentwickeln sowie die Wirksamkeit von Bildungsinterventionen zu erforschen, wobei die Zielgruppen dafür vorrangig als Informationsquelle dienen, legt der Co-Design-Ansatz besonderen Wert auf die Mitgestaltung durch die Zielgruppen. Das schafft mehr Raum für die Identitätsbildung und Teilhabe.

Potenziale von Co-Design

Der Co-Design-Ansatz bietet vielversprechende Chancen, MINT-Angebote inklusiver und passgenauer zu gestalten. Durch den direkten Dialog mit Zielgruppen – insbesondere auch mit solchen Zielgruppen, die in der Gesellschaft unterrepräsentiert sind – können Hemmschwellen erkannt und im Designprozess gezielt adressiert werden. Indem Forscher*innen, Designer*innen und die Zielgruppen gemeinsam arbeiten, fließen vielfältige Perspektiven in Bildungsprojekte ein, wodurch eine Vernetzung von Forschung und Gesellschaft gefördert wird. Die Einbindung von Wissen, Werten und Lebenswirklichkeiten von Zielgruppen führt dazu, dass Projekte potenziell relevanter und zugänglicher werden. Der Prozess selbst kann dazu beitragen, Stereotypen zu hinterfragen und ein reflektierteres Angebot zu schaffen. Eine offene, gleichberechtigte Einbindung kann schließlich bis auf die Systemebene wirken, indem sie strukturelle Ungleichheiten und Machtgefälle abbaut.

Herausforderungen: Wer macht mit?

So vielversprechend partizipative Ansätze wie Co-Design auch sind, sie bringen ihre eigenen Herausforderungen mit sich. Die Forschung belegt, dass es zahlreiche Barrieren gibt, die eine tatsächlich gleichberechtigte Teilhabe erschweren und im schlimmsten Falle sogar strukturelle Ungleichheiten verstärken können. Neben den prozessbezogenen Herausforderungen wie dem Management von Erwartungen und Rollen, dem Ausbalancieren von Feedback und strategischen Überlegungen sowie den hohen Ansprüchen an Flexibilität, Offenheit, Zeitaufwand und Ressourcenintensität, existieren auch tieferliegende Barrieren bei der Auswahl und Gewinnung von Teilnehmenden. Dazu gehören Hürden wie mangelnde Barrierefreiheit, sprachliche Komplexität sowie sozio-kulturelle und epistemische Barrieren, die häufig auf den ersten Blick unsichtbar bleiben. Hinzu kommt, dass Bildungs- und Kommunikationssysteme von westlich geprägten Werte- und Wissenssystemen dominiert werden. Diese Hürden können letztlich dazu führen, dass Initiativen als elitär wahrgenommen werden und insbesondere für unterrepräsentierte Gruppen unzugänglich oder irrelevant erscheinen. Es ist daher nicht genug, partizipative Formate anzubieten – sie müssen so gestaltet sein, dass sie Hürden reflektieren und bestenfalls abbauen.



Enzinger, C., & Marzavan, D. (2024). Collaborative design to bridge theory and practice in science communication. *Journal of Science Communication*, 23(2), Y01. <https://doi.org/10.22323/2.23020401>



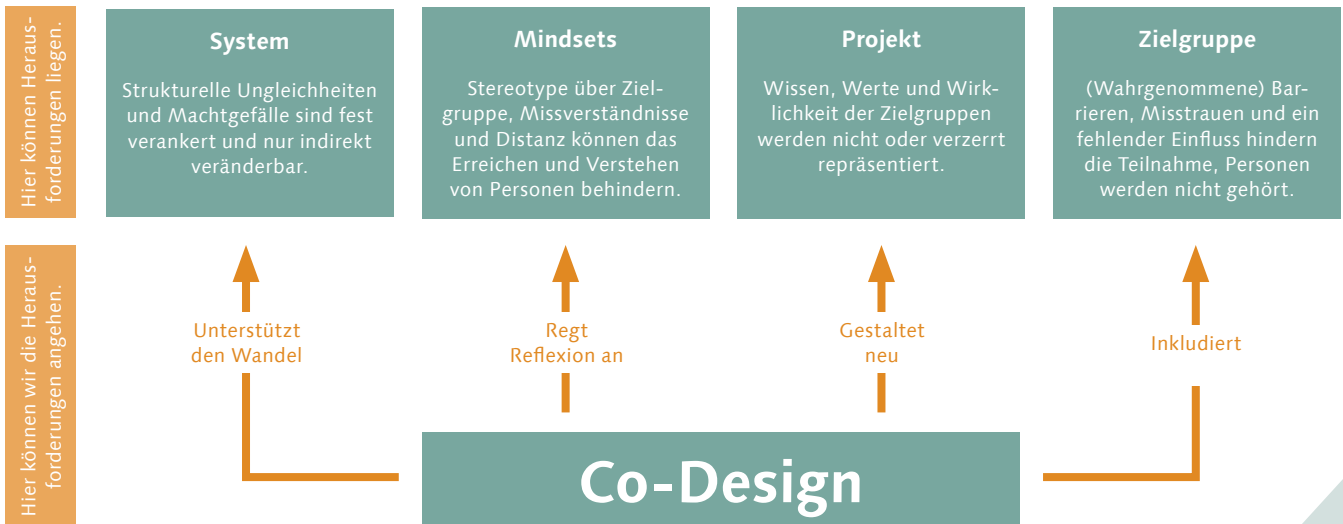
WAS SAGT DIE FORSCHUNG ZU CO-DESIGN?

Zahlreiche Studien belegen positive Effekte des Co-Design-Ansatzes. Meta-Analysen im Bereich der Softwareentwicklung zum Beispiel zeigen, dass die Einbindung von Zielgruppen zu einer höheren Zufriedenheit sowie einer stärkeren Identifikation mit dem Endprodukt führen kann. Nutzer*innen empfinden die Angebote zudem als relevanter und akzeptieren sie besser. Darüber hinaus belegen Forschungsergebnisse, dass Co-Design-Ansätze die Kreativität und Innovationskraft in Entwicklungsprozessen erhöhen, indem sie neue Ideen und Perspektiven einbringen. Dennoch bleiben die dahinterliegenden Mechanismen komplex und sind stark von organisatorischen, projektbezogenen und nutzungsbezogenen Faktoren abhängig. Eine gut durchdachte Zielgruppeneinbindung ist daher von entscheidender Bedeutung.

Fazit: Fünf Empfehlungen für den Einstieg

Obwohl dabei diverse Herausforderungen zu überwinden sind, lohnt es sich dennoch, die Möglichkeit des Co-Designs in Betracht zu ziehen. Hier sind fünf Empfehlungen für den Einstieg:

1. **Fit prüfen:** Zuerst sollte geprüft werden, ob Co-Design zum Projekt passt. Nicht jedes Vorhaben braucht Partizipation oder kann es sich finanziell leisten. In manchen Fällen genügt es bereits, kleinere Formate der Zielgruppenorientierung, wie beispielsweise kurze Befragungen oder Feedbackrunden, einzubauen, um eine stärkere Präsenz der Zielgruppe zu gewährleisten.
2. **Klein anfangen:** Partizipation im Design-Prozess muss nicht von Anfang an groß sein. Bereits ein kleiner Workshop in einer frühen Projektphase kann dazu beitragen, potenzielle Barrieren zu identifizieren und die relevanten Bedarfe zu ermitteln.
3. **Passgenau planen:** Ideale sind von hoher Relevanz, aber der Prozess muss zu den verfügbaren Ressourcen passen. Es existieren keine allgemeingültigen Definitionen von "richtig" oder "falsch" im Kontext des Co-Designs. Stattdessen sollte der Prozess an die spezifischen Rahmenbedingungen angepasst werden. Insbesondere für weniger erfahrene Akteur*innen lohnt sich immer eine Beratung durch Expert*innen.
4. **Zeit und Ideen wertschätzen:** Die investierte Zeit der Teilnehmenden ist von großem Wert. Das sollte durch finanzielle Anreize oder Möglichkeiten zur persönlichen oder beruflichen Weiterentwicklung gewürdigt werden. Auch Urheber*innen- und Verwertungsaspekte sollten frühzeitig bedacht und kommuniziert werden.
5. **No participation-washing:** Partizipation liegt im Trend und wird aktuell immer stärker gefördert. Wer mit Partizipation wirbt, sollte Beteiligte auch wirklich in Entscheidungsprozesse einbinden und transparent machen, wie ihre Beiträge das Endergebnis beeinflussen haben.



Co-Design ist zwar kein Allheilmittel für MINT, aber es öffnet Türen zu neuen Möglichkeiten. Dabei ist von zentraler Bedeutung, die Zielgruppe im Blick zu haben und sie aktiv in den Gestaltungsprozess einzubinden – ihre Erfahrungen, ihr Wissen, ihre Identitäten ernst zu nehmen und in den Gestaltungsprozess zu integrieren. Das erfordert Offenheit und Engagement, eröffnet jedoch die Möglichkeit, Angebote zu schaffen, die tatsächlich ankommen.



Dr. Carolin Enzingmüller

ist im Leitungsteam des Kiel Science Communication Networks, einem transdisziplinären Forschungszentrum für Wissenschaftskommunikation am IPN Kiel. Sie beschäftigt sich dort mit kollaborativen Design-Prozessen und ihrem Potenzial für Wissenschaftskommunikation und Bildung. enzingmueller@leibniz-ipn.de



Jane Momme

ist Doktorandin im Kiel Science Communication Network. Dort untersucht sie, wie sich die Beteiligung von Zielgruppen am Wissenschaftskommunikationsprozess auf das Vertrauen in Wissenschaft auswirkt. momme@leibniz-ipn.de



Justus-Constantin Bahr

ist studentische Hilfskraft im Kiel Science Communication Network und unterstützt die Forschung zu partizipativer Wissenschaftskommunikation. Er studiert Psychologie, Geografie und Sozialwissenschaften an der CAU Kiel.

CHECKLISTE:

IST CO-DESIGN DER RICHTIGE ANSATZ?

- Diese Zusammenarbeit wird etwas Neues beitragen und einen echten Mehrwert schaffen.
- Partizipation ist von Anfang an oder möglichst früh im Prozess möglich.
- Ich habe die nötige Expertise, Co-Design zu planen und umzusetzen.
- Die Timeline des Projekts ermöglicht es, sinnvoll Feedback einzuholen und Produkte iterativ weiterzuentwickeln.
- Die Projektverantwortlichen sind bereit, Verantwortung zu teilen und gemeinsame Entscheidungen zu treffen.
- Ich habe ein motiviertes Team, das offen für Co-Design ist.
- Ich habe den Rückhalt aus meiner Institution, einen Co-Design-Prozess umzusetzen.



Identität neu gedacht

UNSERE TOP-PICKS

In dieser Sonderausgabe des IPN Journals zum Thema MINT-Identität präsentieren wir Ihnen in der Rubrik „Unsere Top-Picks: Identität neu gedacht“ eine Auswahl an Artikeln, die unsere Forscher*innen besonders inspiriert haben. Diese Beiträge bieten spannende Einblicke in die vielseitigen Facetten von Identität – von tiefgehenden theoretischen Grundlagen über packende empirische Studien bis hin zu praxisnahen Ansätzen.

Jedes Mitglied unserer Identitätsgruppe am IPN hat einen Artikel ausgewählt, der für die eigene Arbeit prägend war, und erklärt, warum dieser Beitrag ein echter Game-Changer ist. Die Bandbreite der ausgewählten Werke spiegelt nicht nur die Vielfalt des Konzepts „Identität“ wider, sondern zeigt auch, wie unterschiedlich es in verschiedenen wissenschaftlichen Kontexten interpretiert und erforscht wird.

Tauchen Sie ein in die Gedankenwelt unserer Forscher*innen, lassen Sie sich inspirieren und entdecken Sie dabei vielleicht selbst neue Sichtweisen, die Ihre Perspektive bereichern.

ANNEKE STEEGH

“I am a young immigrant woman doing physics and on top of that I am Muslim”: Identities, intersections, and negotiations.

Avraamidou, L. (2019).
Journal of Research in Science Teaching, 57(3), 311–341. <https://doi.org/10.1002/tea.21593>

» Mir gefällt besonders, wie diese Studie die Geschichte von Amina auf ihrem Weg durch die Physik erzählt. Auf elegante Weise werden Aminos Hintergrund und ihre sozialen Identitäten mit ihren Erfahrungen im Physikkontext verknüpft, was einen einzigartigen Einblick in den Weg zu einer physikalischen Identität ermöglicht. «

MARKUS FESER

Identitätskonstruktionen
in der spätmodernen Gesellschaft:
Riskante Chancen bei prekären Ressourcen.

Keupp, H. (2008).
Zeitschrift für Psychodrama und Soziometrie, 7(2),
291–308. <https://doi.org/10.1007/s11620-008-0026-5>

» Dieser Artikel fasst prägnant die zentralen Kernideen der, insbesondere im deutschsprachigen erziehungswissenschaftlichen Diskurs, vielzitierten Identitätstheorie von Heiner Keupp und Kolleg*innen zusammen, besonders das Konzept einer „Patchwork-Identität“. «

GREGOR GROSSE-BÖLTING

Telling Identities:
In Search of an Analytic Tool for Investigating
Learning as a Culturally Shaped Activity.

Sfard, A., & Prusak, A. (2005).
Educational Researcher, 34(4), 14–22.
<https://doi.org/10.3102/0013189X034004014>

» Sfard und Prusak entwickeln in ihrem Artikel in konstruktiver, aber kritischer Auseinandersetzung mit ihren Vorläufern eine eigene Theorie narrativer Identität und illustrieren diese mit Hilfe einer qualitativen Interviewstudie im Kontext der Mathematikdidaktik. Die Kombination aus theoretischen und empirischen Ansätzen sowie die intensive Auseinandersetzung mit den grundlegenden Fragen von Identität und Identitätstheorien sind beeindruckend. Die dabei angesprochenen Probleme regen dazu an, das Konzept der Identität in der eigenen Forschung genauer zu durchdenken. «



ADRIAN GRIMM

Equity and justice in science education: Toward a pluriverse of multiple identities and onto-epistemologies.

Kayumova, S., & Dou, R. (2022). *Science Education*, 106, 1097–1117. <https://doi.org/10.1002/sce.21750>

» *Kayumova und Dou betten MINT-Identität in einen normativen Rahmen mit einem konkreten Gerechtigkeitsverständnis ein, das von Vordenker*innen aus dem Globalen Süden erdacht wurde, dem Pluriversum.* «

JASMIN ÇOLAKOĞLU

"Not Designed for Us":

How Science Museums and Science Centers Socially Exclude Low-Income, Minority Ethnic Groups.

Dawson, E. (2014). *Science Education*, 98(6), 981–1008. <https://doi.org/10.1002/sce.21133>

» *Besonders gefällt mir die respektvolle Herangehensweise, welche die Teilnehmenden in den Mittelpunkt stellt und auf Augenhöhe behandelt. Dawson hinterfragt kritisch die Verwendung von Begriffen wie „unprivilegiert“ und reflektiert ihre eigene Position. Sie geht über das bloße Befragen hinaus, indem sie aktiv an Community-Events teilnimmt, um die Teilnehmenden besser zu verstehen. Diese Vorgehensweise hat meine eigene Forschung stark beeinflusst und mir die Bedeutung von Sprache bewusst gemacht.* «

CAROLIN ENZINGMÜLLER

Co-designing for equity in informal science learning: a proof-of-concept study of design principles.

Durall, E., Perry, S., Hurley, M., Kapros, E., & Leinonen, T. (2021, June). *In Frontiers in Education* (Vol. 6, p. 675325). Frontiers Media SA.
<https://www.frontiersin.org/journals/education/articles/10.3389/feduc.2021.675325/full>

» *Einer der wenigen Artikel, die MINT, Chancengleichheit und außerschulisches Lernen verbinden und praktische Design-Prinzipien ableiten. Design-Prinzipien sind ein besonders starkes Tool, um die Lücke zwischen Theorie und Praxis zu überbrücken, und werden zu selten veröffentlicht.* «

LEA RUNGE

Domains of teacher identity:
A review of quantitative measurement instruments.

Hanna, F., Oostdam, R., Severiens, S.E., & Zijlstra, B.J.H. (2019). *Educational Research Review*, 27, 15-27.
doi.org/10.1016/j.edurev.2019.01.003.

» *Mir gefällt besonders an diesem Artikel, dass er einen Überblick über Komponenten der Lehrkräfteidentität gibt, die in quantitativen Messinstrumenten zu finden sind. Durch die sechs Komponenten self-image, self-efficacy, motivation, commitment, task perception und job satisfaction wird das große Konstrukt der Lehrkräfteidentität greifbarer, ohne dabei an Mehrdimensionalität zu verlieren.* «

i Lea Runge

ist seit dem Jahr 2023 wissenschaftliche Mitarbeiterin der Abteilung Didaktik der Physik am IPN im Projekt DigiProMIN. Zuvor hat sie an der Universität Paderborn das gymnasiale Lehramt für die Fächer Mathematik und Physik studiert. In ihrer Promotionsarbeit beschäftigt sie sich mit der Perspektive von Lehrkräften auf den Einsatz digitaler Messwerterfassung im Physikunterricht.

IPN · Journal

INFORMATIONEN AUS DEM LEIBNIZ-INSTITUT FÜR DIE
PÄDAGOGIK DER NATURWISSENSCHAFTEN UND MATHEMATIK

Abonnieren Sie das
IPN · Journal kostenlos!

ipnjournal@leibniz-ipn.de

www.leibniz-ipn.de/de/das-ipn/aktuelles/journal-epaper-abo

HERAUSGEGEBEN VOM



© 2025

IPN · Leibniz-Institut für die Pädagogik der
Naturwissenschaften und Mathematik

Olshausenstraße 62
24118 Kiel

Postanschrift:
IPN · 24098 Kiel

E-Mail: info@leibniz-ipn.de
www.leibniz-ipn.de

Vertreten durch das Direktorium:

Prof. Dr. Olaf Köller, *Geschäftsführender
Wissenschaftlicher Direktor*
Mareike Bierlich, *Geschäftsführende
Administrative Direktorin*

Prof. Dr. Ute Harms, *Direktorin*
Prof. Dr. Aiso Heinze, *Direktor*
Prof. Dr. Oliver Lüdtke, *Direktor*
Prof. Dr. Knut Neumann, *Direktor*
Prof. Dr. Hans Anand Pant, *Direktor*
Prof. Dr. Ilka Parchmann, *Direktorin*

REDAKTION

David Drescher, Mareike Müller-Krey,
Knut Neumann, Ute Ringelband
Gast-Redakteurin: Anneke Steegh

ipnjournal@leibniz-ipn.de
T 0431 880-3122

GESTALTERISCHES KONZEPT

Emanuel Kaiser, IPN; Jan Uhing, IPN;
Karin Vierk, IPN; Nicole Weber, IPN
grafik@leibniz-ipn.de

LAYOUT/SATZ DIESER AUSGABE

Emanuel Kaiser, Jan Uhing, Karin Vierk

LEKTORAT / KORREKTUR

Anna Ascher, Luca Dentler,
Johanna Touoda

BILDNACHWEISE

Alle Bildrechte liegen beim IPN bis auf
folgende:

Titel/S. 22–26 ©Mopic – stock.adobe.
com; S. 5 ©artbot – stock.adobe.com;
S. 12 ©Nuchylee – stock.adobe.com;
S. 14 ©yachya – stock.adobe.com;
S. 15 ©lan – stock.adobe.com;
S. 16 ©Collaborapix – stock.adobe.com/
©katerina_vitchenko – stock.adobe.com;
S. 17/19/21 ©VectorMine – stock.adobe.
com; S. 27/32 ©Delmaine Donson/
peopleimages.com; S. 38/39 ©demarco –
stock.adobe.com

ERSCHEINUNGSWEISE

Das IPN · Journal erscheint digital.

ISSN-NR.

2511-9109

Beiträge aus dem **IPN · Journal** dürfen mit
Quellenangabe abgedruckt werden.

Jetzt für das e-Abo anmelden:

[https://www.leibniz-ipn.de/de/das-ipn/
aktuelles/journal-epaper-abo](https://www.leibniz-ipn.de/de/das-ipn/aktuelles/journal-epaper-abo)

Oder schicken Sie eine kurze E-Mail an:
ipnjournal@leibniz-ipn.de



Sie erhalten jeweils zum Erscheinen einer
neuen Ausgabe des IPN Journals eine
E-Mail mit dem direkten Link zur On-
line-Ausgabe.

