

IPN · Journal

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

» Dabei sein ist alles!? «

Spitzen- und Breitenförderung
bei Schülerwettbewerben

· 10 ·

KOMPETENZWAHRNEHMUNG

Mit geschlechtergerechten
Lernumgebungen
junge Frauen für Physik
begeistern

.....

· 27 ·

LERNEN IN ZEITEN VON CORONA

Wie das Lernen zu
Hause funktionieren
kann

.....

· 33 ·

VON ZU HAUSE LÖSBAR

Aufgaben zum
Auswahlwettbewerb der
Internationalen
Junior Science Olympiad

.....

· 38 ·

DIGITALE UNTERRICHTSEINHEIT ENERGIE

Vernetztes Wissen in
Physik aufbauen

.....

Liebe Leserinnen, liebe Leser,

die vergangenen Monate und Wochen waren geprägt durch die Corona-Pandemie und die damit zusammenhängenden Einschränkungen. Anders als an den Schulen, die in allen Bundesländern für mehrere Wochen geschlossen wurden, konnte am IPN ohne Unterbrechung weitergearbeitet werden – überwiegend im Homeoffice. So freuen wir uns, dass die diesjährige Sommerausgabe trotz der veränderten Arbeitsabläufe mit nur leichter Verspätung fertig geworden ist. Wir hoffen, dass wir wieder interessante Themen für Sie zusammengestellt haben. Ein Artikel dieser Ausgabe beschäftigt sich, wie sollte es anders sein, mit dem Homeschooling. Was müssen Schülerinnen und Schüler, Lehrkräfte und Eltern beachten, damit das Lernen von zu Hause funktioniert? Auch die digitale Unterrichtseinheit zum Thema Energie, die wir in dieser Ausgabe vorstellen, eignet sich gut, sie zu Hause zu bearbeiten.

Als wir die Sommerausgabe des IPN Journals im vergangenen Februar – also noch vor den coronabedingten Einschränkungen – planten, hatten wir einen Schwerpunkt zu Schülerwettbewerben ins Auge gefasst, da Deutschland in diesem Jahr Gastgeber für die Internationale JuniorScienceOlympiade sein sollte. Leider muss diese große, vom IPN organisierte Veranstaltung nun wegen der Pandemie ausfallen. Wir möchten Ihnen aber die anderen Beiträge zum Thema Wettbewerbe nicht vorenthalten. So berichtet das Projekt WinnerS Ergebnisse aus der Begleitforschung zu den Schülerwettbewerben, und wir stellen mit der JuniorScienceOlympiade in Deutschland den jüngsten Wettbewerb aus der Reihe der Schülerolympiaden vor. Außerdem kommen ehemalige Teilnehmer der Internationalen PhysikOlympiade zu Wort. Ja, Sie lesen richtig: „Teilnehmer“. Es ist kein Zufall, dass es nicht „Teilnehmerinnen und Teilnehmer“ heißt. Denn: Junge Frauen sind bei der Internationalen PhysikOlympiade unterrepräsentiert. So stellen wir auch eine Studie vor, die der Frage nachgeht, wie junge Frauen motiviert werden können, sich an diesem Wettbewerb zu beteiligen. Lesen Sie selbst ... Wir wünschen Ihnen dabei viel Vergnügen!

Wie immer freuen wir uns über Rückmeldungen und Anregungen unter: ipnjournal@ipn.uni-kiel.de

Die Redaktion: Margot Janzen, Knut Neumann, Ute Ringelband

· 4 ·

Dabei sein ist alles!
Was über Erfolg oder Misserfolg
in Schülerwettbewerben entscheidet



· 10 ·

Wie es gelingen kann, junge Frauen
nachhaltig für Physik zu gewinnen



· 17 ·

„Anspruchsvoll, spannend, logisch und humorvoll“
Ein Interview mit drei ehemaligen Teilnehmern
der Internationalen PhysikOlympiade



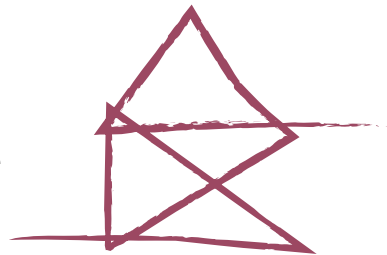
· 22 ·

Kommunikation und Kooperation
als Schlüssel zur Unterrichtsentwicklung



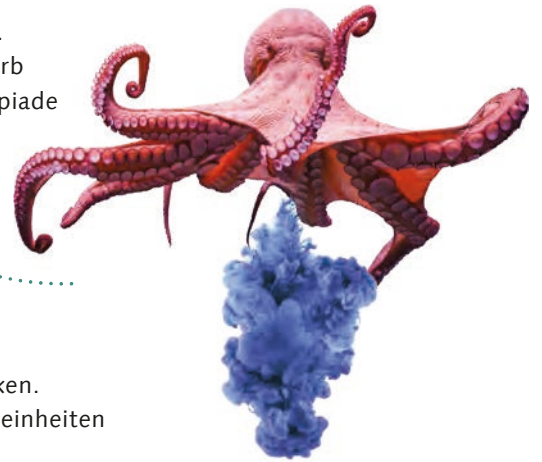
· 27 ·

Wie das Lernen zu Hause
funktionieren kann



· 33 ·

Von Tintenkilern und Rotkohlsaft.
Die Aufgaben im Auswahlwettbewerb
zur Internationalen JuniorScienceOlympiade



· 38 ·

Es muss nicht immer blitzen und blinken.
Ein IPN-Projekt erstellt digitale Unterrichtseinheiten

· 44 ·

Wie fachspezifisch ist die Fähigkeit von Lehrkräften,
Fachwissen und fachdidaktisches Wissen
für das Handeln im Unterricht anzuwenden?



· 46 ·

Transparente Forschung
am IPN

· 51 ·

Wissenswertes



· 56 ·

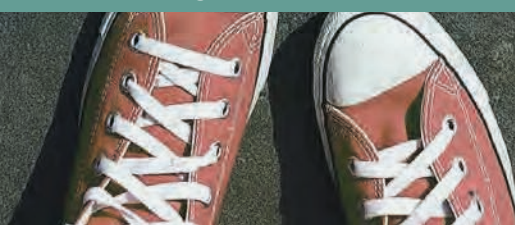
Impressum

Dabei sein ist alles!?

WAS ÜBER ERFOLG ODER MISSEFOLG
IN SCHÜLERWETTBEWERBEN ENTSCHIEDET

Tim Höffler, Eva Treiber, Carola Garrecht und Anneke Steegh

Seit vielen Jahrzehnten organisiert das IPN sehr erfolgreich die Auswahlen zu mehreren naturwissenschaftlichen Wettbewerben, den ScienceOlympiaden. Über mehrere Runden wird das Nationalteam ermittelt, das im internationalen Wettbewerb für Deutschland an den Start geht. Fast alle deutschen Schülerinnen und Schüler, die für die Teilnahme an den internationalen Wettbewerben ausgewählt werden, kehren mit Medaillen zurück. Im vergangenen Jahr nahmen in den ersten Auswahlrunden bereits über 9000 Jugendliche an den ScienceOlympiaden teil. Damit sprechen diese nicht nur die leistungsstärksten Schülerinnen und Schüler eines Jahrgangs an, sondern motivieren eine große Zahl interessierter Jugendlicher zu einer Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen. Ein interdisziplinäres Projekt am IPN hat sich mit den Teilnehmerinnen und Teilnehmern beschäftigt.





DIE SCIENCEOLYMPIADEN

Die sechs vom IPN organisierten naturwissenschaftlichen Wettbewerbe sprechen bundesweit Schülerinnen und Schüler vom Beginn der Sekundarstufe bis nach dem Ende der Schulzeit an. Neben den Auswahlwettbewerben zu den internationalen Olympiaden in Biologie (IBO), Chemie (IChO) und Physik (IPhO) gehören dazu die Auswahlwettbewerbe zur Internationalen JuniorScienceOlympiade (IJSO) und zur Europäischen ScienceOlympiade (EUSO)

WinnerS

Wirkungen naturwissenschaftlicher Schülerwettbewerbe



sowie der BundesUmweltWettbewerb (BUW). Sie zielen auf eine nachhaltige Förderung naturwissenschaftlicher Fähigkeiten sowie Interessen und führen damit sowohl in der Breite als auch in der Spitze gezielt auf eine Berufs- oder Studienwahl im MINT-Bereich hin. Jedes Jahr nehmen ungefähr 9000 Schülerinnen und Schüler aus etwa 1000 Schulen aus allen Ländern Deutschlands teil.

Ein gutes Zusammenspiel von Spitzenförderung und Förderung naturwissenschaftlicher Talente in größerer Breite ist ein wesentliches Ziel der ScienceOlympiaden. Inwieweit die Wettbewerbe dieses erreichen, hat nun erstmals systematisch das von der Leibniz-Gemeinschaft geförderte Forschungsprojekt Wirkungen naturwissenschaftlicher Wettbewerbe (WinnerS) untersucht. Über ein Jahr hinweg wurden Teilnehmende aller ScienceOlympiaden mehrfach hinsichtlich einer Vielzahl von potenziell relevanten Faktoren befragt, etwa zu ihrem naturwissenschaftlichen Selbstkonzept, ihren kognitiven Fähigkeiten und Problemlösekompetenzen, ihrer Unterstützung zu Hause, ihren Berufsvorstellungen, Attributionen, Interessen und vielem mehr. Dabei wurde Wert darauf gelegt, auch und gerade diejenigen Teilnehmenden zu befragen, die bereits vorzeitig aus dem Wettbewerb ausgeschieden sind, also diejenigen, die in einer der vier Auswahlrunden nicht weiterkommen. Denn natürlich ist es denkbar, dass ein – (bei gerade vier- bis sechsköpfigen Nationalteams) nicht unwahrscheinliches – Ausscheiden auch ne-

gative Auswirkungen auf die hochmotivierten Teilnehmenden haben könnte. Die Beantwortung der übergreifenden Fragestellungen zur Wirkung der ScienceOlympiaden sowie zu den Fähigkeiten und Charakteristika erfolgreicher versus weniger erfolgreicher Olympioniken steht noch aus, da die Erhebung der Kontrollgruppe noch nicht abgeschlossen ist.

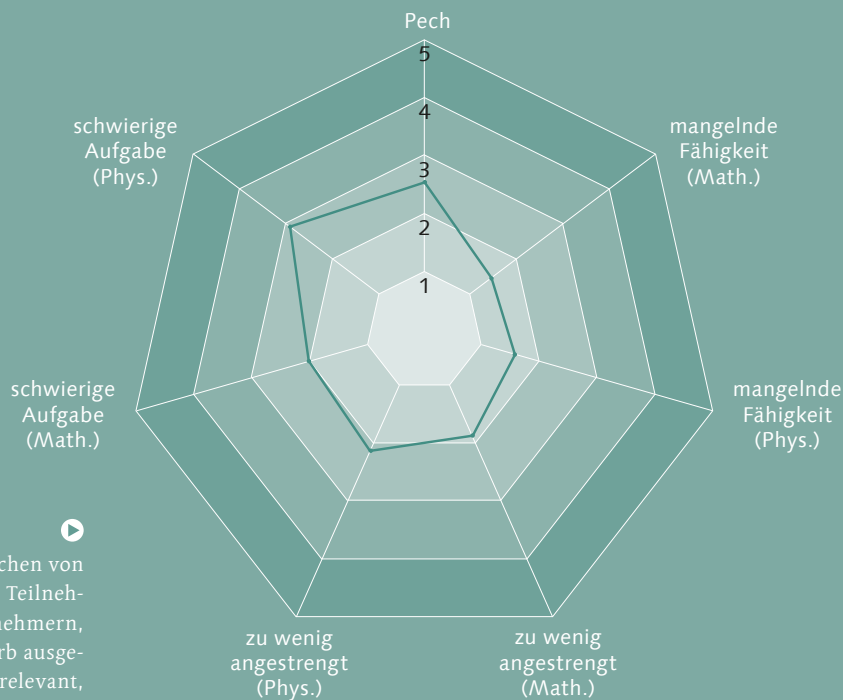
Daneben bot das Projekt, an dem alle Abteilungen des IPN beteiligt waren, aber auch die Möglichkeit zur Bearbeitung zahlreicher weiterer Untersuchungen: Vier Doktorandinnen und Doktoranden des IPN aus den Abteilungen Didaktik der Biologie (Carola Garrecht), Didaktik der Chemie (Anneke Steegh), Didaktik der Mathematik (Eva Treiber) und Didaktik der Physik (Peter Wulff) nutzten die Daten des Projekts für ihre Fragestellungen rund um die Wettbewerbe. Die Projekte aus der Mathematik- und aus der Chemie-Didaktik stellen wir in diesem Artikel vor. Das Projekt aus der Biologiedidaktik wird nur kurz beschrieben. Über die Ergebnisse der Arbeit aus der Physikdidaktik wird in einem eigenen Artikel in dieser Ausgabe des IPN Journals berichtet.

Worauf führen Teilnehmende der PhysikOlympiade ihr Wettbewerbsergebnis zurück?

Eva Treiber

Etwa 900 Schülerinnen und Schüler nehmen jedes Jahr an der ersten Runde der PhysikOlympiade teil. Sie wollen zu den fünf Jugendlichen gehören, die Deutschland bei der Internationalen PhysikOlympiade vertreten. Viele von ihnen erreichen aber bereits die zweite Runde nicht. Auch talentierte Jugendliche könnten sich daher fragen, ob sie in Physik doch nicht gut genug sind.

Solch subjektive Ursachenzuschreibung für Ereignisse wie Erfolg oder Misserfolg wird auch als Attribution bezeichnet. In der Attributionstheorie werden im akademischen Kontext vor allem vier Ursachen genannt: hohe Fähigkeit, Anstrengung, Leichtigkeit der Aufgabe oder Glück im Falle von Erfolg bzw. mangelnde Fähigkeit, fehlende Anstrengung, Schwierigkeit der Aufgabe oder Pech im Falle von Misserfolg.



Einschätzung von Ursachen von Misserfolg. Angaben von Teilnehmerinnen und Teilnehmern, die aus dem Wettbewerb ausgeschieden sind. 1 = nicht relevant, 5 = sehr relevant

Treiber, E., Neumann, I., & Heinze, A. (2018). Welche Rolle spielt der Mathematikunterricht bei der Begabtenförderung in Physik? Mathematische Lernvoraussetzungen für die PhysikOlympiade. In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2018* (Band 4, S. 1807–1810). WTM.

Treiber, E., Neumann, I., & Heinze, A. (2019). Physik oder Mathe? Attribution von Teilnehmenden der PhysikOlympiade. In C. Maurer (Hrsg.), *Naturwissenschaftliche Bildung als Grundlage für berufliche und gesellschaftliche Teilhabe: Gesellschaft für Didaktik der Chemie und Physik, Jahrestagung in Kiel 2018* (Band 39, S. 544–547). Universität Regensburg.



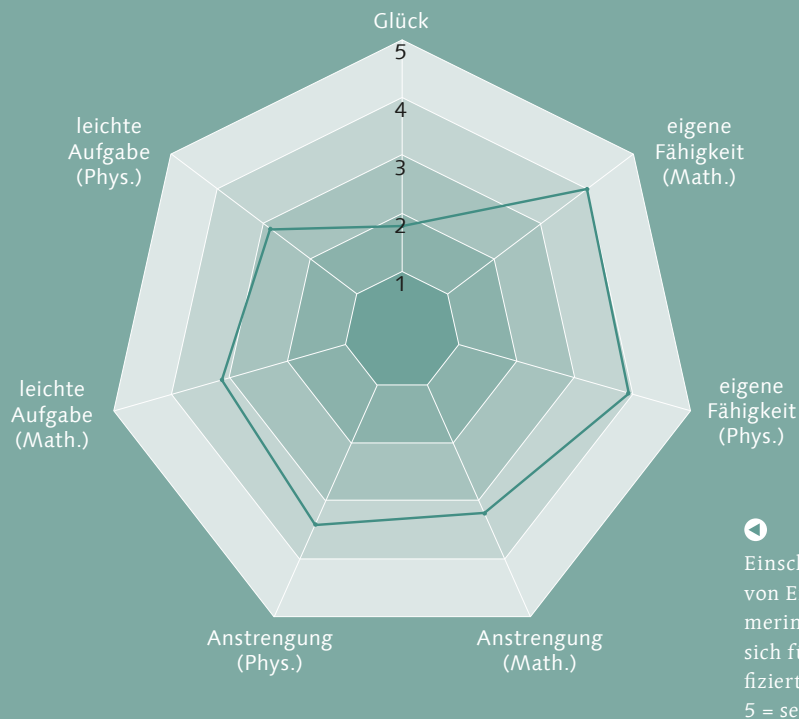
Dr. Eva Treiber

ist wissenschaftliche Mitarbeiterin der Abteilung Didaktik der Mathematik am IPN. Sie hat Mathematik und Physik für das Lehramt an Gymnasien studiert und in ihrer Promotion die Mathematik in der PhysikOlympiade untersucht.

treiber@leibniz-ipn.de

Es liegt nahe, dass es für das akademische Selbstkonzept oder die Motivation für eine erneute Teilnahme an der PhysikOlympiade einen Unterschied macht, ob Teilnehmende ihr Ausscheiden auf mangelnde physikalische Fähigkeiten, schwierige Aufgaben, zu geringe Anstrengung oder Pech zurückführen. In der PhysikOlympiade könnten überdies mathematikbezogene Gründe eine Rolle spielen, da die Aufgaben in der Regel auch anspruchsvolle mathematische Anforderungen beinhalten: Eine Analyse von Musterlösungen von Aufgaben der PhysikOlympiade zeigte, dass fast keine Aufgabe ohne mathematische Kenntnisse lösbar war und die benötigte Mathematik, die aus vielen verschiedenen Bereichen der Mathematik stammte, teilweise über das Schulniveau hinausging. Daher wurde in dieser Teilstudie der Frage nachgegangen, worauf die Jugendlichen ihren Erfolg oder Misserfolg im Auswahlwettbewerb zurückführen. Im WinnerS-Projekt sollten die Teilnehmenden angeben, wie relevant sie die folgenden sieben Ursachen für ihren Erfolg oder Misserfolg in der ersten Runde einschätzten: Physik- bzw. Mathematikfähigkeit, Anstrengung bezogen auf die physikalischen bzw. mathematischen Anforderungen, Aufgabencharakteristik hinsichtlich der Physik bzw. Mathematik sowie Glück/Pech. Diejenigen Schülerinnen und Schüler, die in einer der nationalen Auswahlrunden ausgeschieden sind, sahen jeden der angebotenen Gründe als eher wenig relevant an. Insbesondere führten sie ihr Ausscheiden nicht auf ihre Fähigkeiten zurück. Auch Mathematik schien nur eine geringe Rolle zu spielen. Von qualifizierten Teilnehmenden wurden die eigenen Fähigkeiten dagegen als sehr relevant für das Weiterkommen angesehen.

Insgesamt scheinen die Teilnehmenden die Frage nach dem „Warum“ im Falle des Erfolgs oder Misserfolgs in einer für sie selbstwertdienlichen Weise zu beantworten. Insbesondere gibt es keine Anzeichen, dass in der Wahrnehmung der Jugendlichen die mathematischen Anforderungen für ein Scheitern eine besondere Rolle spielen. Offenbleiben muss allerdings, auf welche Gründe die Jugendlichen ihren Misserfolg dann zurückführen.



Wie wirkt sich eine Teilnahme am BundesUmwelt-Wettbewerb auf die Bewertungskompetenz von Jugendlichen aus?

Carola Garrecht

Viele kontrovers diskutierte Fragestellungen – man denke zum Beispiel an Gentechnik oder Tierversuche – liegen an der Schnittstelle von Naturwissenschaft und Gesellschaft. Zur Bildung einer ausgewogenen Meinung müssen neben naturwissenschaftlichen auch immer soziale Aspekte in die Betrachtung mit einbezogen werden. Diese Fähigkeit, komplexe Sachverhalte zu erfassen und zu bewerten, wird als Bewertungskompetenz bezeichnet und ist ein zentraler Kompetenzbereich des naturwissenschaftlichen Unterrichts.

Die Teilnahme am BundesUmweltWettbewerb (BUW) fordert von Schülerinnen und Schülern die eigenverantwortliche Bearbeitung ethisch und faktisch komplexer Fragestellungen der nachhaltigen Entwicklung. Es wird daher angenommen, dass teilnehmende Jugendliche in ihrer Bewertungskompetenz gefördert werden. Inwieweit dies gelingt, wurde in zwei Studien sowohl quantitativ als auch qualitativ untersucht. Zwar konnte keine klare Bestätigung dieser Hypothese gefunden werden, es wurde aber aufgezeigt, dass der aus mehreren Phasen bestehende Prozess der Entscheidungsfindung durch den BUW insbesondere in seiner ersten Phase – der Entscheidungsvorbereitung – positiv beeinflusst wird.



Garrecht, C., Eckhardt, M., Höffler, T. N., & Harms, U. (2020). Fostering students' socioscientific decision-making: Exploring the effectiveness of an environmental science competition. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*, 2, Article 5. <https://doi.org/10.1186/s43031-020-00022-7>



Carola Garrecht

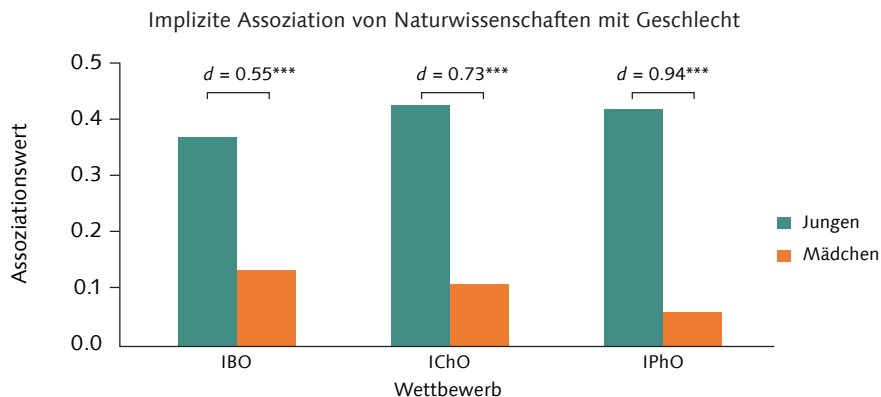
ist wissenschaftliche Mitarbeiterin und Doktorandin in der Abteilung Didaktik der Biologie am IPN. Im Rahmen ihrer wissenschaftlichen Tätigkeiten beschäftigt sie sich in verschiedenen Projekten mit der Förderung und Messung von Bewertungskompetenz sowohl in außerschulischen Lernangeboten als auch im naturwissenschaftlichen Unterricht.

garrecht@leibniz-ipn.de

Warum sind Mädchen in den höheren Runden der nationalen Auswahlwettbewerbe in der Minderheit?

Anneke Steegh

In den Auswahlrunden der Biologie-, Chemie- und PhysikOlympiade nimmt die Anzahl der Mädchen im Vergleich zur Anzahl der Jungen überproportional ab. Aber warum? Wir vermuten, dass dieser Rückgang vom Selbstkonzept und impliziten stereotypen Vorstellungen über das Geschlecht und die Naturwissenschaften beeinflusst wird.



Je größer der positive Assoziationswert, desto stärker die Assoziation von Naturwissenschaften mit „männlich“ und Geisteswissenschaften mit „weiblich“. Je größer der negative Assoziationswert, desto stärker die Assoziation von Naturwissenschaften mit „weiblich“ und Geisteswissenschaften mit „männlich“. d = Effektstärke, *** $p \leq .001$

Steegh, A. M., Höffler, T. N., Keller, M. M., & Parchmann, I. (2019). Gender differences in mathematics and science competitions: A systematic review. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(10), 1431–1460. <https://doi.org/10.1002/tea.21580>

Steegh, A. M., Höffler, T. N., Höft, L., & Parchmann, I. (2020). First steps towards gender equity in the Chemistry Olympiad: Understanding the role of implicit gender-science stereotypes. *Journal of Research in Science Teaching*, Advance online publication. <https://doi.org/10.1002/tea.21645>



i Anneke Steegh

ist wissenschaftliche Mitarbeiterin und Doktorandin in der Abteilung Didaktik der Chemie am IPN. Im Rahmen des WinnerS-Projekts hat sie die Rolle von Geschlechterstereotypen auf Mädchen in ScienceOlympiaden untersucht.

steegh@leibniz-ipn.de

Das Selbstkonzept, also das spezifische Selbstvertrauen, gut in Biologie, Chemie oder Physik zu sein, hängt erwiesenermaßen positiv mit der Leistung zusammen. Das heißt, Schülerinnen und Schüler mit einem höheren Selbstkonzept erzielen meistens auch bessere Noten, diejenigen mit einem niedrigeren Selbstkonzept schlechtere. Trotzdem zeigten unsere Ergebnisse, dass in der ersten Runde der Biologie-, Chemie- und PhysikOlympiade Schülerinnen ein signifikant geringeres Selbstkonzept hatten als Schüler, selbst wenn sie vergleichbare Leistungen zeigten.

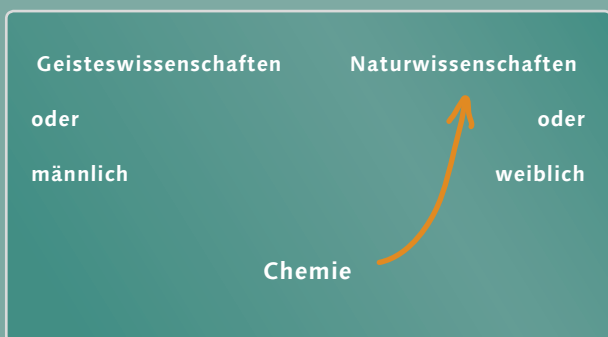
Zur Entwicklung des Selbstkonzeptes tragen seit der Kindheit entwickelte Stereotype über Geschlechter einen wichtigen Anteil bei. Stereotype Vorstellungen über die Rolle des Geschlechts in den Naturwissenschaften äußern sich in der Überzeugung oder auch nur dem Gefühl, dass Männer in gewisser Weise besser zu Naturwissenschaften passen als Frauen. Während es in manchen Ländern noch vollkommen normal ist, diese Stereotype zu unterstützen und ausdrücklich weiterzugeben, ist das in Deutschland weniger der Fall. Implizit spielen die Vorstellungen aber immer noch eine große Rolle, auch in der Generation heutiger Schülerinnen und Schüler. Da beim Stellen direkter, offener Fragen zu Stereotypen in der Regel sozial erwünschte, aber nicht zwingend ehrliche Antworten gegeben werden, entschieden wir uns für eine subtilere Methode: den Impliziten Assoziationstest (IAT; siehe Kasten). Dieser digitale Test misst implizite Assoziationen z. B. zwischen Naturwissenschaften und männlich oder weiblich verknüpften Wörtern anhand der Reaktionsgeschwindigkeit.

Insgesamt assoziierten sowohl die Teilnehmer als auch die Teilnehmerinnen in den drei Wettbewerben die Naturwissenschaften eher mit „männlich“ als mit



DER IMPLIZITE ASSOZIATIONSTEST (IAT)

Der implizite Assoziationstest (IAT) wird unter anderem verwendet, um ein Maß für die unausgesprochene Zustimmung zu Geschlechterstereotypen in den Naturwissenschaften zu erhalten. Der Test verwendet Reaktionszeiten, um kognitive Assoziationen zwischen den Konzepten



„männlich“ und „weiblich“ in Kombination mit „Naturwissenschaften“ und „Geisteswissenschaften“ zu messen. Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer werden aufgefordert, männlich assoziierte Wörter (Mann, Junge, Vater, männlich, Großvater, Ehemann, Sohn, Onkel), weiblich assoziierte Wörter (Mädchen, weiblich, Tante, Tochter, Frau, Ehefrau, Mutter, Großmutter), „Naturwissenschaften“ (Biologie, Physik, Chemie, Mathematik, Geologie, Ingenieurwissenschaften) und „Geisteswissenschaften“ (Philosophie, Kunst, Geschichte, Literaturwissenschaften, Sprachwissenschaften, Musik) einem von zwei Kategorienpaaren zuzuweisen (entweder (1) männlich/Naturwissenschaften und weiblich/Geisteswissenschaften oder (2) männlich/Geisteswissenschaften und weiblich/Naturwissenschaften). Der Test basiert auf dem Prinzip, dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer Wörter dann am schnellsten zuordnen, wenn sie die beiden Wörter des Kategorienpaars miteinander assoziieren. Ein positiver Gesamtwert zeigt eine Assoziation von Naturwissenschaften mit „männlich“ und Geisteswissenschaften mit „weiblich“ an, während ein negativer Gesamtwert eine umgekehrte Assoziation kennzeichnet.

Diesen Test können Sie auch selbst ausprobieren: <https://implicit.harvard.edu/implicit/germany>, Test: Geschlecht-Wissenschaft.

„weiblich“. Dies dürfte den Effekt haben, dass Jungen ihre stereotypen Überzeugungen unbewusst zu der Überzeugung nutzen, dass sie, basierend auf ihrem Geschlecht, gut in den Naturwissenschaften aufgehoben sind. Mädchen hingegen fehlt eine solche positive, dem Selbstkonzept dienliche Stütze. Sie könnten sich aufgrund dieser Stereotype sogar entmutigt fühlen, weiter an naturwissenschaftlichen Olympiaden teilzunehmen (selbst wenn sie sich für die nächste Runde qualifiziert haben). Dies mag auch der Grund dafür sein, dass in allen drei Wettbewerben die Jungen stärkere, weil selbstwertdienliche, Assoziationen, „Naturwissenschaften sind männlich“, hatten als die Mädchen.

In einem nächsten Schritt wird es darum gehen zu untersuchen, inwieweit Geschlechterstereotype in der Kindheit das Selbstkonzept von Mädchen negativ prägen und ob es direkte Zusammenhänge zwischen Stereotypen, Selbstkonzept und Leistung in den Wettbewerben gibt.



i Dr. Tim Höffler

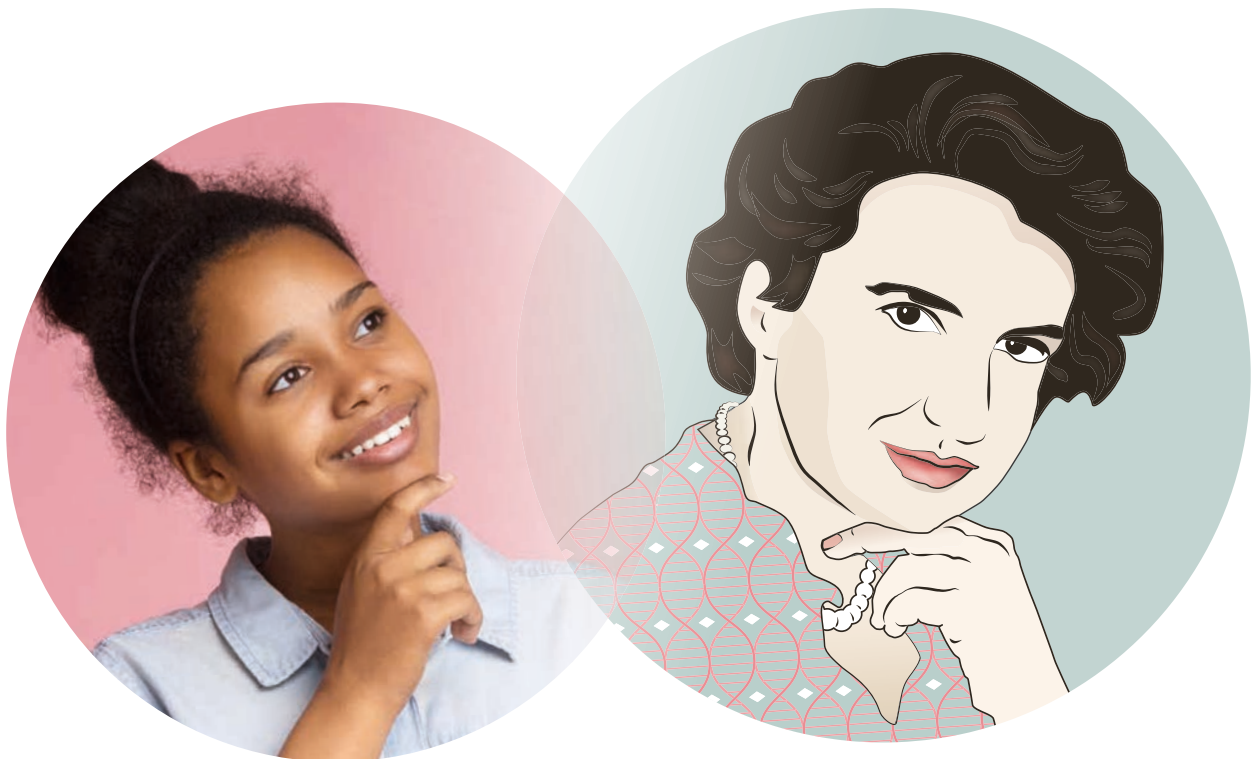
ist wissenschaftlicher Mitarbeiter am IPN. Das WinnerS-Projekt hat der promovierte Psychologe im Rahmen seiner Tätigkeit in der IPN-Abteilung Didaktik der Chemie betreut. Seit Kurzem ist er Referent für Datenschutz, Forschungsdatenmanagement und forschungsethische Fragen am IPN.

hoeffler@leibniz-ipn.de

Wie es gelingen kann, junge Frauen nachhaltig für Physik zu gewinnen

BEDEUTUNG UND FÖRDERUNG DER KOMPETENZWAHRNEHMUNG
SOWIE DES ZUGEHÖRIGKEITSGEFÜHLS JUNGER FRAUEN IN PHYSIK

Peter Wulff



Schülerinnen interessieren sich sehr viel weniger für das Fach Physik als Schüler. In der Folge studieren auch nur wenige junge Frauen Physik. Selbst leistungsstarke Schülerinnen entscheiden sich seltener für ein Physikstudium als ihre Mitschüler. Eine am IPN durchgeführte Studie ist der Frage nachgegangen, inwieweit Schülerinnen durch eine Lernumgebung, die gezielt nach den Erkenntnissen geschlechterbezogener Forschung gestaltet ist, für die Physik gewonnen werden können.

Die Unterrepräsentation von Frauen in Physik stellt seit vielen Jahren und in vielen Ländern ein Problem dar. Der Anteil der Studentinnen liegt zu Beginn des Physikstudiums in Ländern wie Deutschland oder den USA bei rund 20%. Zudem brechen Studentinnen ihr Physikstudium häufiger ab als ihre männlichen Kommilitonen, sodass der Anteil der Studentinnen im Verlauf des Studiums überproportional sinkt. Ähnliche Probleme treten auch in Schülerwettbewerben wie der PhysikOlympiade auf. Die PhysikOlympiade ist ein mehrstufiger Wettbewerb, durch den in Physik leistungsstarke Schülerinnen und Schüler identifiziert und gefördert werden. Der Anteil der Schülerinnen beträgt in der ersten Runde der PhysikOlympiade ungefähr 25 Prozent. Dieser Anteil sinkt bis zur Finalrunde auf unter 10 Prozent.

Dass sich junge Frauen seltener für ein Physikstudium entscheiden bzw. dass sie ein Physikstudium eher abbrechen als junge Männer, ist nicht in einer unterschiedlichen Leistungsfähigkeit begründet. Dies gilt auch für die Unterrepräsentation junger Frauen in der PhysikOlympiade. Die Unterrepräsentation leistungsstarker junger Frauen ist vielmehr durch ein komplexes Wechselspiel struktureller Merkmale der Lernumgebung im Physikunterricht bzw. Physikstudium und individueller Merkmale der Lernenden bedingt. Es wird davon ausgegangen, dass abnehmendes **Engagement** und eine mangelnde Passung zwischen Lernumgebung und Individuum die Entwicklung einer **Physikidentität** verhindern.

In der vorliegenden Studie wurde eine geschlechterinklusive Fördermaßnahme im Rahmen der PhysikOlympiade entwickelt, die an den spezifischen Bedürfnissen junger Frauen orientiert war. Ziel war es, kurzfristig das Engagement in der PhysikOlympiade zu stärken und langfristig zur Entwicklung einer Physikidentität beizutragen.

Engagement



Die unmittelbare Auseinandersetzung mit einer Lernumgebung hängt von der instruktionalen, sozialen sowie inhaltlichen Gestaltung ab, die möglichst optimal die Bedürfnisse (kognitiv, sozial, affektiv/emotional) der Lernenden adressieren sollte. Eine qualitätsvolle Auseinandersetzung der Schülerinnen und Schüler mit den Gestaltungselementen der Lernumgebung führt zum Engagement der Lernenden in der konkreten Situation, was als eine notwendige Bedingung für die mittelbare Entwicklung einer Physikidentität gesehen wird.



Wulff, P. (2019). *Supporting young women's physics engagement – Evidence from an intervention in the context of the Physics Olympiad* [Doctoral dissertation, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel]. MACAU. https://macau.uni-kiel.de/receive/diss_mods_00025925

Physikidentität



Die Physikidentität stellt einen domänenspezifischen Teil der Identität einer Person dar (neben beispielsweise institutioneller, sozialer oder persönlicher Identität), der eng mit der wahrgenommenen sozialen Rolle verknüpft ist.

Im Kern steht dabei die Frage, inwieweit man sich selbst als Physiker bzw. Physikerin sieht. Dabei werden die Physikidentitätsdimensionen der wahrgenommenen Anerkennung durch andere, des eigenen Zugehörigkeitsgefühls, der eigenen Kompetenzwahrnehmung in der Physik sowie der tatsächlichen Leistung unterschieden, die wesentlich für die Entwicklung der Physikidentität sind.



DER AUSWAHLWETTBEWERB ZUR INTERNATIONALEN PHYSIKOLYMPIADE



Die Internationale PhysikOlympiade (IPhO) und der nationale Auswahlwettbewerb, die PhysikOlympiade in Deutschland, sprechen Schülerinnen und Schüler an, die Spaß am Lösen kniffliger Aufgaben haben, ihr Fachwissen vertiefen wollen und sich mit anderen Jugendlichen austauschen möchten. Jährlich beteiligen sich bundesweit etwa 1000 junge Talente an der PhysikOlympiade in Deutschland. Neben dem eigentlichen Wettbewerb sind das Zusammenbringen physikbegeisterter Schülerinnen und Schüler, ihre fachliche Förderung und die nachhaltige Motivation zur Beschäftigung mit Physik wesentliche Elemente der PhysikOlympiade.

Wettbewerbsleitung:

Dr. Stefan Petersen, petersen@leibniz-ipn.de

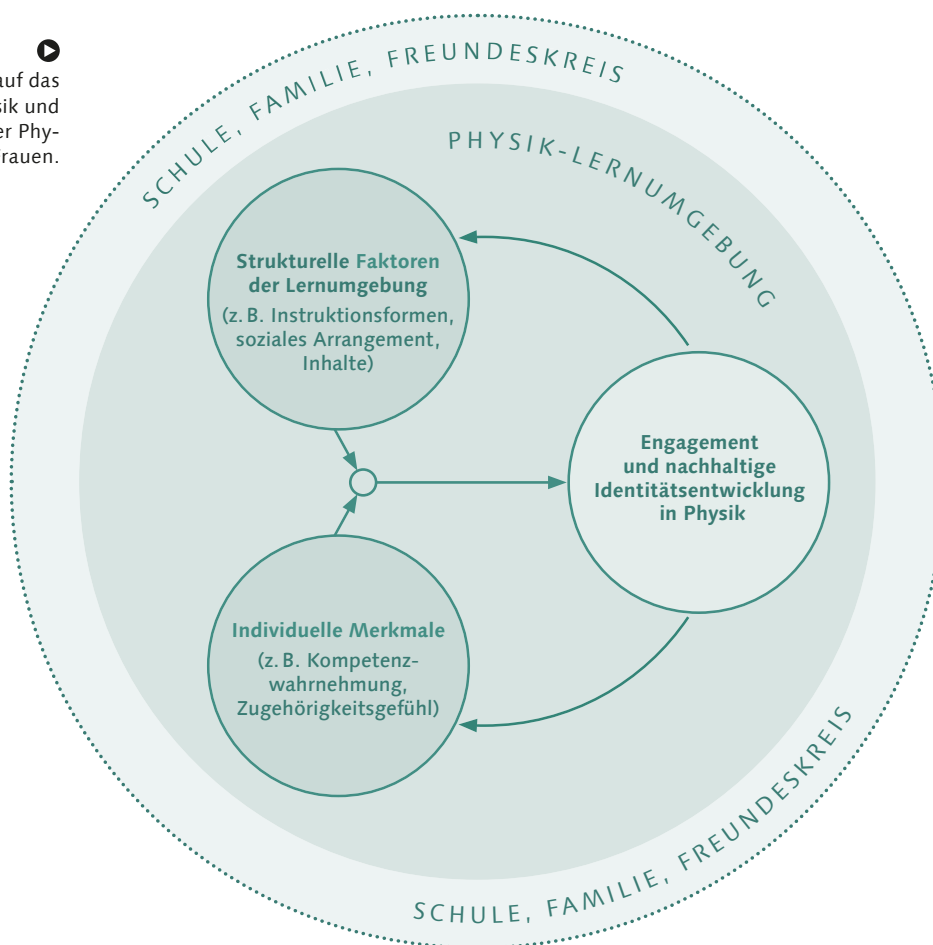


Wie lassen sich das Engagement in Physik und die Entwicklung einer Physikidentität junger Frauen fördern?

Im Kontext Schule sind es strukturelle Eigenschaften des Physikunterrichts wie spezifische Fachtraditionen und damit verbundene Geschlechterstereotype, die die Entwicklung einer Physikidentität junger Frauen nachhaltig beeinträchtigen. So ist Physikunterricht traditionell wissenszentriert und kompetitiv angelegt, wohingegen Schülerinnen eher kooperative Formate bevorzugen. Zudem spiegelt der Physikunterricht häufig tradierte Geschlechterrollen wider. Physik gilt als männliche Domäne; es fehlt an Physikerinnen, die als Vorbilder für interessierte Schülerinnen fungieren könnten. Nicht zuletzt ist der Physikunterricht selten an den spezifischen Interessen junger Frauen orientiert und wenn, dann in eher stereotyper Weise.

Neben diesen strukturellen Eigenschaften der Lernumgebung sind auf individueller Ebene die Wahrnehmung der eigenen Kompetenz und das Gefühl von Zugehörigkeit junger Frauen in Physik im Vergleich zu jungen Männern häufig unverhältnismäßig niedrig ausgeprägt. So unterschätzen selbst leistungsstarke junge Frauen ihre eigene Kompetenz in Physik. Ebenso erfahren sie weniger Unterstützung aus ihrem sozialen Umfeld für ihr Engagement in der Physik, als dies für junge Männer der Fall ist. In der Folge ist die Bereitschaft, sich in Physik zu engagieren, gering(er); eine Physikidentität wird nicht entwickelt.

Einflussfaktoren auf das Engagement in Physik und die Entwicklung einer Physikidentität junger Frauen.



Individuelle und strukturelle Merkmale sind durch ein komplexes Wechselspiel miteinander verknüpft. Nehmen junge Frauen z. B. die Physik als männerdominiert wahr, kann das ihr Zugehörigkeitsgefühl negativ beeinflussen, was wiederum dazu führt, dass sie sich vermehrt anderen Domänen zuwenden und die Dominanz von Männern in der Physik unverändert bleibt. Durch eine gezielte Modifikation der strukturellen Eigenschaften einer Lernumgebung

können die individuellen Bedürfnisse der jungen Frauen adressiert und damit die Bereitschaft, sich mit Physik auseinanderzusetzen, erhöht werden. Zum Beispiel können die Kompetenzwahrnehmung und das Zugehörigkeitsgefühl durch den Einsatz handlungsorientierter und kooperativer Instruktionsformen gestärkt werden. Ebenso kann sich die Anpassung des sozialen Arrangements der Lernumgebung, in welchem weibliche Rollenvorbilder und der Austausch

» Eine geschlechterinklusive Gestaltung von Lernumgebungen in der Physik sollte die individuellen Bedürfnisse nach Kompetenz und Zugehörigkeit junger Frauen adressieren und dadurch das Engagement in der Physik erhöhen und mittelbar zur Entwicklung einer Physikidentität beitragen. «

unter gleichgesinnten jungen Frauen gefördert werden, positiv auf das Zugehörigkeitsgefühl auswirken. Schließlich kann eine spezifisch an den Interessen junger Frauen orientierte Auswahl der Lerninhalte deren Kompetenzwahrnehmung unterstützen.

Eine geschlechterinklusive Gestaltung von Lernumgebungen in der Physik mit Blick auf diese drei strukturellen Eigenschaften – die Instruktionsform, das soziale Arrangement sowie die Auswahl der Lerninhalte – sollte die individuellen Bedürfnisse nach Kompetenz und Zugehörigkeit junger Frauen adressieren und dadurch deren Engagement in der Physik erhöhen und mittelbar zur Entwicklung einer Physikidentität beitragen.



Eine Teilnehmerin der PhysikOlympiade untersucht die Reflexion eines Laserstrahls an einer gekrümmten Wasseroberfläche.

Wie sollte eine geschlechterinklusive Lernumgebung in der Physik gestaltet werden?

In der vorliegenden Studie sollte erprobt werden, inwieweit eine solche Förderung für Schülerinnen in der Physik mit einer spezifisch gestalteten Lernumgebung gelingen kann. Die PhysikOlympiade bildete den Rahmen für die Gestaltung der geschlechterinklusive Lernumgebung. Extracurriculare Angebote wie die PhysikOlympiade bieten den idealen Rahmen zur Entwicklung und Evaluation entsprechender Fördermaßnahmen. Sie zielen in besonderem Maße darauf ab, Schülerinnen und Schüler für die Physik zu gewinnen, sind aber gleichzeitig

durch die typischen Merkmale physikbezogener Lernumgebungen geprägt. Als extracurriculare Angebote unterliegen sie jedoch nur wenigen Einschränkungen, was die Gestaltung einer geschlechterinklusive Fördermaßnahme angeht. Mit dem Ziel, die wahrgenommene Kompetenz und das Zugehörigkeitsgefühl insbesondere der jungen Frauen zu fördern, wurde die Fördermaßnahme hinsichtlich der relevanten strukturellen Eigenschaften wie folgt gestaltet.

Instruktionsform: Eine geschlechterinklusive Instruktionsform kann durch handlungsorientierte bzw. kooperative Arbeitsformen erreicht werden. Handlungsorientierte Arbeitsformen werden von Schülerinnen im Physikunterricht bevorzugt. Sie fördern durch Anwendungsbezug und konkretes Erleben in direkter Weise ein Bild der Physik, in dem Entdecken und Nachvollziehen von Gesetzmäßigkeiten nicht um ihrer selbst betrieben werden. Darüber hinaus schaffen kooperative Austauschformate mehr Platz für Diskurs, was Schülerinnen anspricht.

In der konkreten Umsetzung wurde den Teilnehmenden an verschiedenen Stellen die Möglichkeit gegeben, abstrakte Konzepte wie die Wellenvorstellung von Licht mithilfe von Experimenten zu erarbeiten. Die Teilnehmenden entwickelten zum Abschluss des Förderprogramms einen winzigen Elektromotor aus einer Liste vorgegebener Alltagsmaterialien:

Schraube, Schokoriegelpapier, Magnet und Batterie. Diese Arbeit erfolgte stets in gleichgeschlechtlichen Zweiergruppen, sodass kooperative Arbeit gefördert wurde.

Soziales Arrangement: Schülerinnen und Schüler sind in besonderer Weise sensitiv für Merkmale ihrer unmittelbaren sozialen Umgebung. Aspekte wie die Geschlechterzusammensetzung der Gruppe oder das Geschlecht der Leitungsperson(en) spielen eine wichtige Rolle für das Zugehörigkeitsgefühl junger Menschen zu einer Gruppe. Wie der Physikunterricht ist die PhysikOlympiade zahlenmäßig von Jungen dominiert, die Aktivitäten werden häufig von männlichen Lehrpersonen geleitet. Wenn allerdings die Verteilung der Geschlechter in Physik zugunsten der Schülerinnen verändert wurde, übernahmen Schülerinnen beim Experimentieren mehr Verantwortung, brachten sich in der inhaltlichen Diskussion häufiger ein und konnten sogar in ihrem Berufswunsch, Physikerin zu werden, gestärkt werden.

Um dies im Förderangebot zu erreichen, wurden Schülerinnen und Schüler zu gleichen Teilen eingeladen und weibliche Expertinnen als Mentorinnen engagiert. Die Mentorinnen waren erfolgreiche ehemalige Teilnehmerinnen, sodass sie von den teilnehmenden Schülerinnen als möglichst ähnlich zu sich selbst wahrgenommen wurden. Des Weiteren wurden die Gruppenarbeitsphasen so organisiert, dass zunächst gleichgeschlechtliche Gruppenmitglieder zusammenarbeiteten, um Schülerinnen ein höheres Maß an Partizipation zu ermöglichen.



▲ Die Messwerte eines Beugungsbildes einer Gitterstruktur, die der 2D-Ansicht einer DNA nachempfunden ist, werden erfasst.

▶ Eine Teilnehmerin der PhysikOlympiade bei einem Experiment zum Auftrieb im Wasser.





Eine Teilnehmerin der PhysikOlympiade untersucht die Reflexion eines Laserstrahls an einer gekrümmten Wasseroberfläche.



Inhalte: Traditioneller Physikunterricht fokussiert häufig auf technische Anwendungen wie Motoren oder elektrische Schaltungen. Dies stößt besonders bei Schülerinnen auf ein geringes Interesse. Werden physikalische Inhalte allerdings in biologische oder medizinische Kontexte eingebettet, ist dies gleichermaßen für Schülerinnen und Schüler interessant. Hierbei ist es für Schülerinnen insbesondere bedeutsam zu erfahren, wo die zu lernenden Inhalte Bezug zum eigenen Leben haben und was gesellschaftliche Anwendungsfälle der Inhalte sind.

In der Fördermaßnahme wurden deshalb in biologischen und medizinischen Kontexten situierte Probleme als Ausgangspunkt gewählt. Zum Beispiel sollten die Teilnehmenden analog zu der Strukturbestimmung der menschlichen DNA die Struktur eines Drahtgeflechts bestimmen, das der typischen Doppelhelixstruktur der DNA nachgebildet war. Die Teilnehmenden sollten dazu die Drahtstruktur mit einem Laser beleuchten und die Geometrie der Drahtstruktur aus dem entstehenden Beugungsbild bestimmen. Zusätzlich wurden Informationen zur Rolle Rosalind Franklins sowie zur Bedeutung des Versuches für die Entschlüsselung

der menschlichen DNA gegeben, um die Relevanz der Inhalte für das eigene Leben und die Gesellschaft hervorzuheben.

Erprobung und Evaluation der Fördermaßnahme

Die Fördermaßnahme wurde parallel zur PhysikOlympiade 2016/17 angeboten und sie umfasste insgesamt vier Seminartermine, wobei der erste und letzte Termin Präsenzveranstaltungen jeweils im Umfang eines Wochenendes waren und dazwischen zwei Onlineveranstaltungen stattgefunden haben. Insgesamt nahmen 58 Jugendliche (davon 26 weiblich und 32 männlich) am Förderprogramm teil. Weitere 30 Jugendliche (davon 12 weiblich und 18 männlich) fungierten als Vergleichsgruppe. Sie erhielten ein analoges Angebot, in dem alle vier Seminartermine als Onlineveranstaltungen angeboten wurden.

Zur Evaluation des unmittelbaren Engagements der Teilnehmenden wurde die Qualität der Auseinandersetzung mit der Lernumgebung erfasst, indem die Teilnehmenden die Instruktionsformen, das soziale Arrangement sowie die Inhalte des Förderangebotes bewerteten. Kompetenzwahrnehmung und das Zugehörigkeitsgefühl der Teilnehmenden in Physik wurden zu jedem der Seminartermine durch etablierte Instrumente erfasst. Um längerfristige Effekte des Förderangebotes auf physikbezogene Entscheidungen der Teilnehmenden zu untersuchen, wurde die Bereitschaft zum weiteren Engagement in der PhysikOlympiade und der Physik sowie die tatsächliche Wiederteilnahme der Teilnehmenden in der PhysikOlympiade erfasst.

Welche Effekte konnten gefunden werden?

In Bezug auf die Qualität der Auseinandersetzung mit den Instruktionsformen, dem sozialen Arrangement sowie den Inhalten im Förderangebot konnte zunächst festgestellt werden, dass sowohl die Schülerinnen als auch die Schüler die Gestaltung des Förderangebotes über die Seminartermine hinweg sehr positiv bewerteten. Eine besonders gute Bewertung – sowohl von den Schülerinnen als auch den Schülern – erhielten die (weiblichen) Mentorinnen.

Die Kompetenzwahrnehmung sowie das Zugehörigkeitsgefühl der Teilnehmenden entwickelten sich jedoch im Verlauf des Förderangebotes insgesamt nicht anders als bei den Teilnehmenden der Vergleichsgruppe. Auch geschlechtsspezifische Unterschiede konnten zunächst nicht festgestellt werden. Dennoch zeigte die Gestaltung des Förderangebotes Wirkung. Diejenigen Teilnehmenden, die die Gestaltung retrospektiv positiv bewertet haben, entwickel-

ten im Verlauf der Maßnahme ein stärkeres Zugehörigkeitsgefühl als diejenigen, die die Gestaltung weniger positiv eingeschätzt haben; dieser Effekt war unabhängig vom Geschlecht und zeigte sich nicht für die Entwicklung der Kompetenzwahrnehmung.

Schließlich konnte für die Schülerinnen und Schüler, die am Förderangebot teilgenommen hatten, gezeigt werden, dass diese tendenziell häufiger an der nächsten PhysikOlympiade teilnahmen als Schülerinnen und Schüler, die nicht am Förderangebot teilnahmen. Etwa die Hälfte der Teilnehmenden gab hierbei an, dass ihre erneute Teilnahme durch das Förderangebot motiviert wurde.

Fazit: Engagement und Physikidentität stärken

Ziel der Studie war es, eine Fördermaßnahme zu entwickeln und zu evaluieren, die den Schülerinnen eine positive Auseinandersetzung mit Physik ermöglicht, um sie in ihrem Engagement in der Physik zu bestärken und die Entwicklung einer Physikidentität zu fördern.

Für das unmittelbare Engagement in der Fördermaßnahme konnte zunächst gezeigt werden, dass die Bewertung der Instruktionsformen, des sozialen Arrangements sowie der Inhalte überdurchschnittlich positiv war, sodass das Förderkonzept als zielführend bewertet werden kann. Es zeigte sich im Besonderen, dass die (positive) Bewertung der Fördermaßnahme durch die Teilnehmenden einen Einfluss auf die Entwicklung des Zugehörigkeitsgefühls hatte. Dabei zeigten sich keine geschlechtsspezifischen Effekte. Fehlende geschlechtsspezifische Effekte sind deshalb positiv zu bewerten, weil sie nahelegen, dass die Fördermaßnahme junge Menschen beider Geschlechter gleichermaßen gefördert und damit einen Beitrag zur geschlechterinklusive Gestaltung der PhysikOlympiade geleistet hat. Auch für das längerfristige Engagement in der PhysikOlympiade schienen die Teilnehmenden – unabhängig vom Geschlecht – in ihrer Wiederteilnahmemotivation und tendenziell in ihrer Wiederteilnahme an der PhysikOlympiade profitiert zu haben, was dafür spricht, dass eine solche Fördermaßnahme auch tatsächlich einen Beitrag dazu leisten kann, das überproportionale Ausscheiden der Schülerinnen zu kompensieren.

Enrichmentprogramme wie die PhysikOlympiade stellen einen wichtigen Baustein dar, um physikinteressierte Schülerinnen nachhaltig für die Physik zu gewinnen, denn dort nehmen die potenziellen Leistungsträgerinnen teil, die in der Schule ihr Potenzial häufig nur wenig entfalten können. Das überproportionale Ausscheiden von Schülerinnen aus der PhysikOlympiade ist dabei besonders problematisch, da geringe Anteile junger Frauen und fehlende Rollenvorbilder die Entwicklung einer Physikidentität für diese Schülerinnen einschränken. Im vorliegenden Förderangebot konnten Schülerinnen aus der PhysikOlympiade in ihrem Physikengagement unterstützt werden. Für einige konnten die mittelbare Entwicklung ihrer Physikidentität und ihre längerfristige Teilnahmemotivation an der PhysikOlympiade gestärkt werden. Zur differenzierten Untersuchung der genauen Mechanismen, die in einer solchen Fördermaßnahme wirken, wird am IPN aktuell im Projekt **identip** eine weiterführende Studie durchgeführt.

<https://www.identiphy.de/de/>

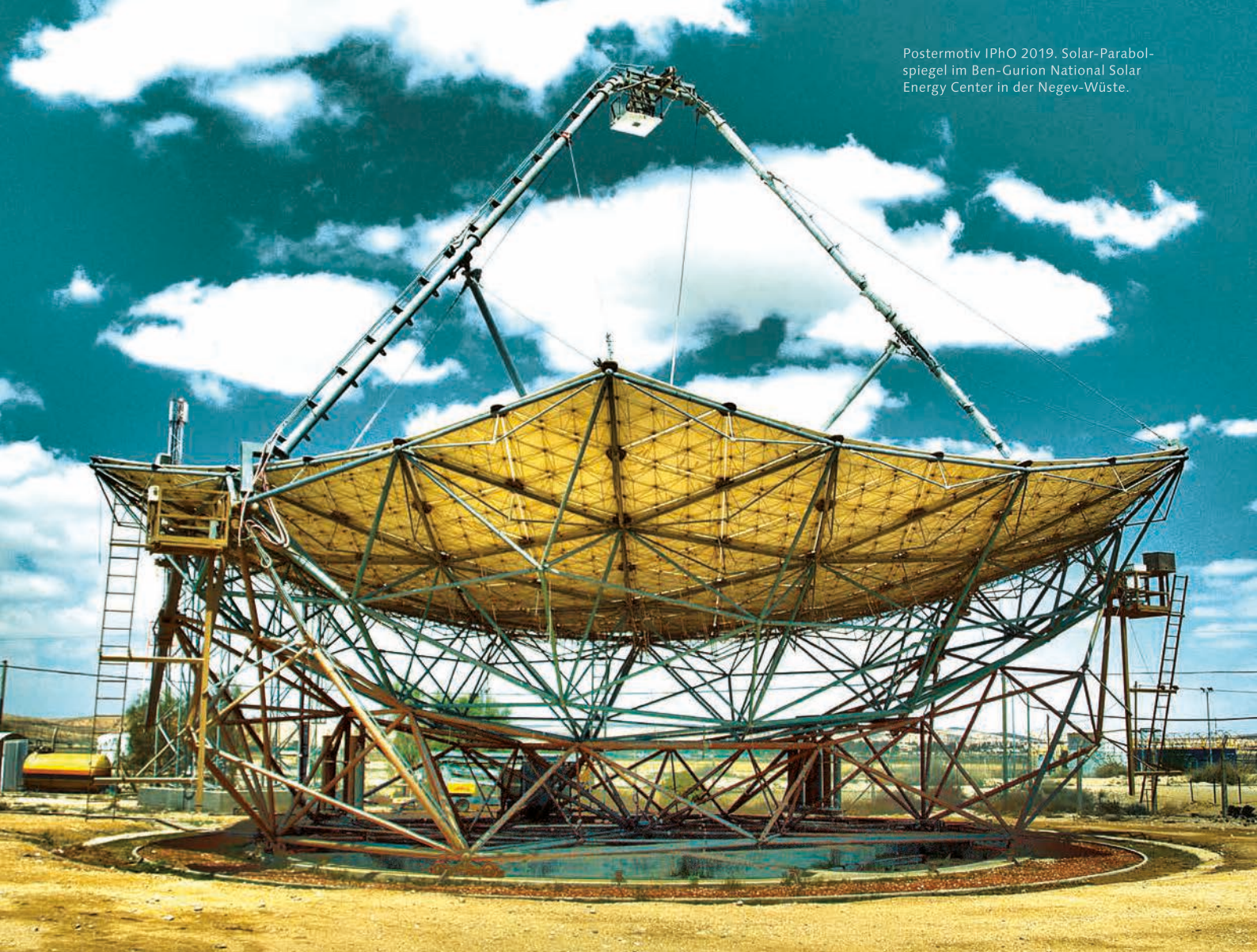


Dr. Peter Wulff

hat Physik und Deutsch an der Freien Universität Berlin studiert. Er war bis zum Herbst 2018 wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Didaktik der Physik am IPN. Derzeit ist er Postdoc in der Abteilung Didaktik der Physik an der Universität Potsdam. Die hier vorgestellte Studie ist Teil seiner am IPN angefertigten Dissertation, die mit dem Genderforschungspreis 2019 der CAU Kiel ausgezeichnet wurde.

peter.wulff@uni-potsdam.de

.....



„Anspruchsvoll, spannend, logisch und humorvoll“

NACHGEFRAGT: EIN INTERVIEW MIT DREI EHEMALIGEN TEILNEHMERN DER
INTERNATIONALEN PHYSIKOLYMPIADE

Interview: Dr. Stefan Petersen

Titus Borträger, Jonathan Gräfe und Max Schneider waren Mitglieder des fünfköpfigen Nationalteams, das Deutschland im vergangenen Jahr in Tel Aviv, Israel, bei der Internationalen PhysikOlympiade vertreten hat. Das deutsche Team konnte im Jahr 2019 zwei Silber- und drei Bronzemedailles gewinnen und erreichte mit einem 18. Platz unter 78 teilnehmenden Nationen eine Platzierung im europäischen Spitzenfeld. Wir haben bei den drei ehemaligen Physikolympioniken nachgefragt, wie sie ins Nationalteam gekommen sind, welche Eindrücke sie im Laufe des Wettbewerbs gewonnen und welche Einstellung sie allgemein zu Naturwissenschaften haben.



Postermotiv IPhO 2020. Heißluftballons über der Altstadt von Vilnius.

IPN JOURNAL Was fasziniert euch an Naturwissenschaften im Allgemeinen und Physik im Besonderen?

TITUS BORINTRÄGER: An den Naturwissenschaften fasziniert mich generell, dass sie versuchen, die Welt zu verstehen und durch Gesetzmäßigkeiten zu beschreiben. Im Speziellen fasziniert mich die Komplexität der Dinge, die es zu verstehen gilt, und die strukturierte Herangehensweise. An der Physik fasziniert mich die Unterschiedlichkeit der Gegenstände, mit denen sie sich befasst. So geht es in der Atomphysik zum Beispiel um sehr kleine Objekte, in der Astrophysik aber auch um sehr große Objekte.

JONATHAN GRÄFE: Naturwissenschaften und Physik im Besonderen sind für mich deshalb so faszinierend, weil sie die vollkommen natürlich aufkommende Frage, warum die Welt so ist, wie sie ist, angehen und Antworten auf grundlegende Fragen finden, die die Menschen eigentlich seit jeher beschäftigen. Der in meinen Augen spannendste Aspekt ist dabei das Beschreiben der Vorgänge mit mathematischen Modellen.

MAX SCHNEIDER: Mich fasziniert an den Naturwissenschaften am meisten, dass man sich schon vor über 2000 Jahren

darüber Gedanken gemacht hat, heute noch immer nicht alles weiß und auch nie den Zustand erreichen wird, alles zu wissen. Speziell an der Physik fasziniert mich die Kompaktheit, mit der Phänomene beschrieben werden können – zum Beispiel, dass alle elektromagnetischen Phänomene mit gerade mal vier Gleichungen beschrieben werden können.

IPN JOURNAL Wie seid ihr auf die PhysikOlympiade gestoßen und was hat euch motiviert mitzumachen?

MAX SCHNEIDER: Ich war schon immer sehr interessiert an Mathe und Physik und so habe ich seit der 7. Klasse mehr oder weniger erfolgreich an der Sächsischen PhysikOlympiade teilgenommen. In der 9. Klasse bin ich dadurch auf die Internationale PhysikOlympiade aufmerksam geworden, und da die Sächsische PhysikOlympiade nur für Schüler der Sekundarstufe 1 ist, habe ich ab der 10. Klasse an der Internationalen PhysikOlympiade teilgenommen.

TITUS BORINTRÄGER: Das erste Mal bin ich auf die PhysikOlympiade aufmerksam geworden, als ich mich durch eine gute Platzierung in der Landesphysikolympiade Sachsen-Anhalt für die 2. Runde der PhysikOlympiade qualifiziert habe. Ich habe versucht, einige Aufgaben der 2. Runde



DIE INTERNATIONALE PHYSIKOLYMPIADE

Die Internationale PhysikOlympiade (IPhO) wird jährlich in einem anderen Land ausgetragen. In Deutschland führt das IPN in Zusammenarbeit mit den Kultusministerien der Länder die Auswahl der Nationalteams durch. Das Auswahlverfahren, die PhysikOlympiade in Deutschland, wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert. Jährlich beteiligen sich rund 800 bis 1000 Schülerinnen und Schüler.

Die Unterlagen für die 1. Runde werden bundesweit an Gymnasien und Gesamtschulen versendet. Gleichzeitig startet die Onlineanmeldung zum Wettbewerb. In der 1. Runde sind vier Aufgaben aus allen Gebieten der Physik zu lösen. Die Bearbeitungen werden von einer Fachlehrkraft korrigiert.

Wer die 1. Runde bestanden hat, wird zur 2. Runde eingeladen. Diese wird jeweils im November als Klausur an den Schulen geschrieben. Alle Qualifizierten und die betreuenden Fachlehrkräfte erhalten vorab Hinweise zu möglichen Aufgabenthemen und Trainingsmaterial zur gezielten Vorbereitung. In der Klausur darf dann auch ein Spickzettel genutzt werden.

Die bundesweit etwa 50 Besten der 2. Runde werden zur 3. Runde, der Bundesrunde, eingeladen. Diese wird Ende Januar oder Anfang Februar des Jahres durchgeführt, in dem der internationale Wettbewerb stattfindet. Die 3. Runde wird an einem Forschungszentrum oder einer Universität ausgetragen und beinhaltet theoretische und experimentelle Probleme, die unter Klausurbedingungen zu lösen sind. Der letzte Schritt ins Team ist im Frühjahr die 4. Runde oder Finalrunde, zu der die etwa 15 erfolgreichsten Schülerinnen und Schüler der Bundesrunde eingeladen werden. Nach einem intensiven Vorbereitungsstraining werden in dem fünftägigen Auswahlseminar erneut Klausuren mit theoretischen und praktischen Inhalten absolviert. Die Probleme orientieren sich dabei stärker an den Aufgaben des internationalen Wettbewerbs.

Am Ende der Finalrunde wird das Nationalteam benannt, das Deutschland bei dem internationalen Wettbewerb des laufenden Jahres vertritt.

www.ipho.info

zu lösen, allerdings waren sie damals noch zu schwer für mich, da ich das notwendige physikalische Wissen noch nicht hatte. Der Wunsch, die Aufgaben zu verstehen und irgendwann mal lösen zu können, hat mich motiviert, im nächsten Jahr wieder teilzunehmen.

JONATHAN GRÄFE: Bei mir ist das eine längere Geschichte. Bis zur 10. Klasse fand ich zwar Fragen nach dem, was unsere Welt zusammenhält, spannend und habe gerne populärwissenschaftliche Bücher über Physik gelesen, mit der Schulphysik konnte ich aber wenig anfangen. Ich hatte gute Noten, doch interessiert hat es mich nicht so wirklich. In der 10. Klasse überredete mich mein Physiklehrer dann, an der Sächsischen PhysikOlympiade teilzunehmen. Das tat ich auch und wäre eine Runde weitergekommen, wenn die Physiklehrer an meiner Schule das Ergebnis fristgerecht eingereicht hätten. Ich habe dann den Organisatoren geschrieben, die mir empfahlen, mir doch die Aufgaben der PhysikOlympiade anzuschauen. Also habe ich mir diese angesehen und mein Ehrgeiz war geweckt, da ich die Probleme unbedingt knacken wollte. Dieser Ehrgeiz war es dann auch, durch den ich mich ziemlich intensiv mit den Anforderungen beschäftigt und meine Liebe zur Physik entdeckt habe.

IPN JOURNAL Hat sich durch die Teilnahme an der Physik-Olympiade euer Bild von Physik als Wissenschaft und/oder euer Bild von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern verändert?

JONATHAN GRÄFE: Früher dachte ich, dass die Welt mehr oder weniger vollständig berechenbar ist, also dass man prinzipiell alle physikalischen Probleme lösen könnte. Mit der PhysikOlympiade hat sich dieses Bild geändert. Mittlerweile finde ich es schon beachtlich, wenn man einfache Spezialfälle von Problemen lösen kann. Die Welt ist doch viel komplizierter als gedacht.

MAX SCHNEIDER: Mir ist vor allem aufgefallen, dass Zusammenarbeit, Diskussionen und gemeinsames Forschen am zielführendsten sind. Zum Beispiel nach den Klausuren in den verschiedenen Runden der PhysikOlympiade habe ich sehr viel mit anderen über die Aufgaben diskutiert und wir sind so viel schneller zu einer Lösung gekommen, als man es alleine in der Klausur geschafft hätte.

TITUS BORNTRÄGER: Für mich haben sich zwei Dinge verändert: Zum einen habe ich durch die PhysikOlympiade mitbekommen, wie viele verschiedene Themen in der Physik

„stecken“. Zum anderen hat man bei den Besichtigungen [der verschiedenen Einrichtungen wie zum Beispiel dem Deutschen Elektronen-Synchrotron, Anm. der Redaktion], welche in der 3. und 4. Runde durchgeführt wurden, einen Einblick bekommen, wie Physikerinnen und Physiker beziehungsweise allgemein Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler arbeiten.

IPN JOURNAL Wenn ihr die PhysikOlympiade in knappen Worten charakterisieren solltet, wie würde das aussehen?

MAX SCHNEIDER: Kurz und knapp: anspruchsvoll, spannend und humorvoll.

TITUS BORINTRÄGER: Ich würde sagen: anspruchsvoll, logisch, spannend, begeisternd.

JONATHAN GRÄFE: Die PhysikOlympiade ist ein Wettbewerb, bei dem man das Denken lernt. Durch das Bearbeiten der Aufgaben lernt man, physikalische Probleme durch das Aufstellen von Modellen zu analysieren und zu lösen. Die meisten dieser Probleme haben dabei auch eine schöne Lösung – es gibt also einen besonderen Aha-Effekt, wenn man am Ziel angekommen ist.

IPN JOURNAL Warum sollte man bei der PhysikOlympiade mitmachen?

JONATHAN GRÄFE: Man lernt verdammt viel, nicht nur das reine physikalische Theoriewissen, sondern vor allem auch die Herangehensweise an unbekannte Aufgabentypen (das, was in der Schule eher selten anzutreffen ist). Und nicht zuletzt lernt man eine Menge toller Leute kennen, die ähnliche Interessen haben.

MAX SCHNEIDER: Es gibt keine Nachteile – man lernt in Bezug auf Physik immer dazu und es ist alles kostenlos. Und wer denkt, er würde sowieso nichts erreichen: Ich habe in der 10. Klasse niemals damit gerechnet, dass ich es ins Nationalteam schaffen würde.

TITUS BORINTRÄGER: Deutschlandweit gibt es Menschen mit ähnlichen Interessen und Hobbys. Es macht Spaß, diese Menschen kennenzulernen und sich mit ihnen zu vernetzen. Zudem wird man durch die PhysikOlympiade dazu ermutigt, sich mit Themen jenseits des Physikunterrichts zu befassen, wodurch man zum einen wirklich merkt, ob man



▲ Das deutsche Nationalteam bei der Siegerehrung der Internationalen PhysikOlympiade 2019 in Israel: V.l.n.r.: Max Schneider (Silber), Jonathan Gräfe (Silber), Titus Borinträger (Bronze), Lukas Hellmann (Bronze) und Tobias Messer (Bronze)

sich für Physik interessiert, und sich zum anderen perfekt auf Studium und Beruf vorbereitet.

IPN JOURNAL Was würdet ihr Schülerinnen und Schülern mit einem starken Interesse an Physik oder Naturwissenschaften mit auf den Weg geben?

MAX SCHNEIDER: Man sollte sich außerschulisch mit Physik befassen, also zum Beispiel an der PhysikOlympiade teilnehmen, Seminare besuchen oder ganz einfach ein Physikbuch lesen.

TITUS BORINTRÄGER: Insbesondere sollte man sich nicht auf ein Teilgebiet fokussieren, sondern sich breit informieren. Das Wichtigste aber wäre: Habt Spaß!

JONATHAN GRÄFE: Wer ein starkes naturwissenschaftliches Interesse hat, sollte seine Neugier nie ablegen und niemals aufhören zu fragen, warum etwas so ist und nicht anders, und sich der Herausforderung der PhysikOlympiade stellen.



Jonathan Gräfe

Ich komme aus Dresden und bin auf das Gymnasium Dresden-Bühlau gegangen. Die Internationale PhysikOlympiade in Tel Aviv war mein absolutes Highlight. Es war unglaublich schön, Schülerinnen und Schüler aus der ganzen Welt kennenzulernen und vor allem auch so viel von Israel zu sehen. Die Organisatoren haben dort wirklich alle Register gezogen, um die Tage so angenehm und erlebnisreich wie möglich zu gestalten. Ich studiere jetzt Physik an der TU Dresden. Die IPhO hat mich dahingehend beeinflusst, dass ich früher immer zwischen einem Studium in Mathematik, Informatik oder Physik geschwankt habe. Die IPhO hat mich dann darin bestärkt, dass Physik erstens etwas ist, was unheimlich viel Spaß macht, und zweitens anscheinend auch etwas, was ich ganz gut kann.

Max Schneider

Ich wohne in Sachsen in der Nähe von Dresden und bin auf dem „Glückauf“-Gymnasium Dippoldiswalde zur Schule gegangen. Die Teilnahme an der 50. Internationalen PhysikOlympiade in Tel Aviv war mein größtes Erlebnis. Im Jahr 2017 habe ich das erste Mal an der PhysikOlympiade teilgenommen, im Jahr 2018 habe ich es unerwarteterweise in die 4. Runde geschafft, wo ich den 6. Platz belegt habe. Seitdem war es mein Ziel, es im nächsten Jahr ins Nationalteam zu schaffen, und dieser Traum ist tatsächlich in Erfüllung gegangen. Mittlerweile studiere ich an der TU Dresden Physik. Das war schon immer eine Option für mich, aber seitdem ich an der PhysikOlympiade teilgenommen habe, war mir klar, das muss ich machen.



Titus Bornträger

Ich komme aus Halle (Saale) und habe im Jahr 2019 mein Abitur am Georg-Cantor-Gymnasium gemacht. Die Internationale PhysikOlympiade in Israel wird mir besonders in Erinnerung bleiben. Man hat jeden Tag etwas Spannendes erlebt, neue Menschen und neue Kulturen kennengelernt. Der Slogan „event of your life“ trifft den Kern. Vor der Teilnahme an der Olympiade hatte ich schon großes Interesse an Physik und wollte dementsprechend auch etwas in diese Richtung studieren. Durch die Physikolympiade hat sich dieser Gedanke gefestigt, und ich habe ein Studium der Physik an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg aufgenommen.



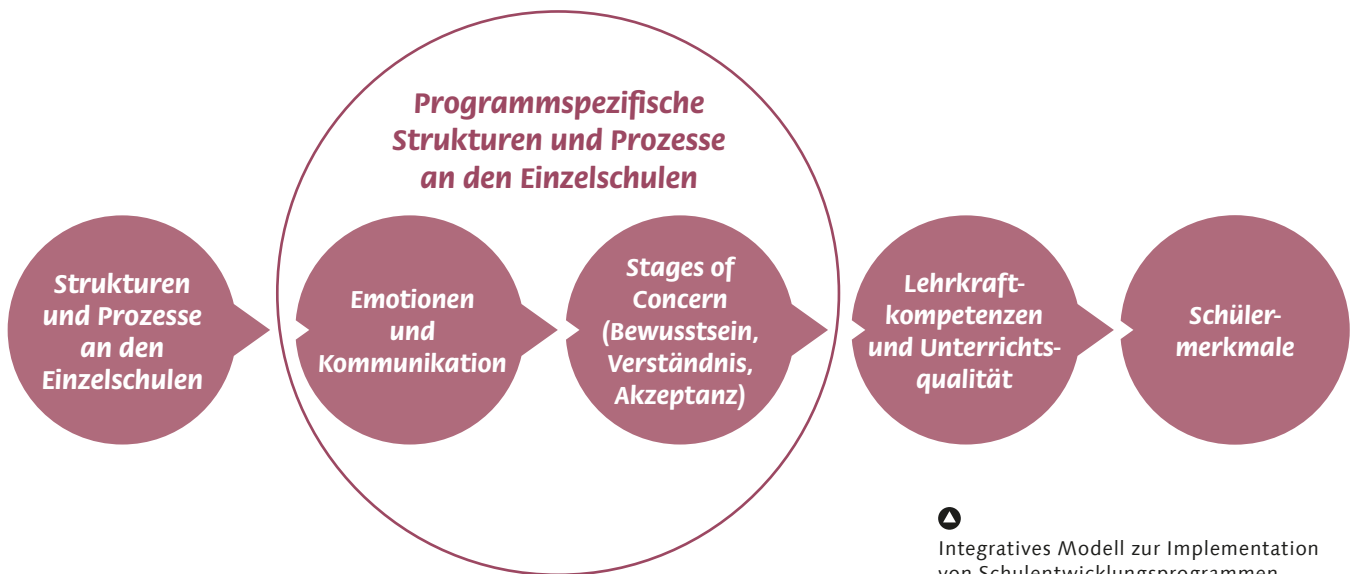
Kommunikation und Kooperation als Schlüssel zur Unterrichtsentwicklung

UNTER WELCHEN BEDINGUNGEN DIE IMPLEMENTATION
SCHULISCHER INNOVATIONEN GELINGEN KANN

Annika Teerling



Schulen unterliegen andauernder Veränderung – vor allem auch mit dem Ziel, sie als Lerngelegenheit für die Schülerinnen und Schüler zu verbessern. Eine Möglichkeit stellen hierbei Programme wie zum Beispiel „Bildung durch Sprache und Schrift“ dar, das zum Ziel hat, die sprachlichen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern zu fördern. Damit diese Programme jedoch auf Schülerseite Wirkung entfalten können, müssen die entsprechenden Maßnahmen, wie beispielsweise neue Unterrichtsmethoden zur Leseförderung, in den Schulen implementiert bzw. in den Arbeitsalltag der Lehrkräfte übernommen werden. Aber wie lässt sich diese Implementation fördern?

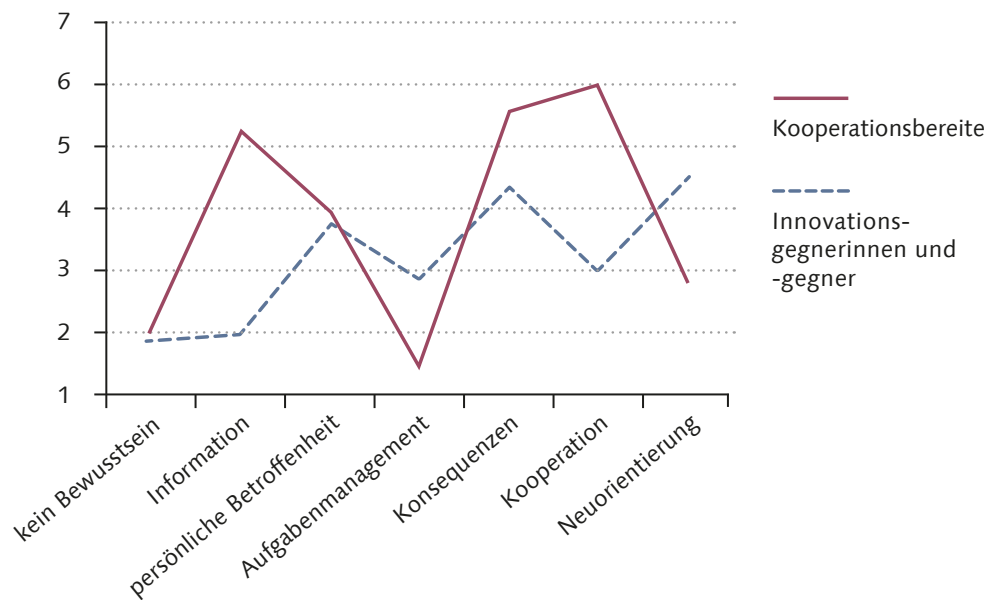


Welche Einflussfaktoren gibt es bei einem schulischen Implementationsprozess?

Angelehnt an ein Modell aus dem betriebswirtschaftlichen Change Management stellt sich unter anderem Kommunikation als wichtiger Einflussfaktor in einem Implementationsprozess dar (s. Integratives Modell). Theoretisch wird angenommen, dass Kommunikation sich darauf auswirkt, wie die beteiligten Lehrkräfte das jeweilige Programm wahrnehmen. Das Modell der Stages of Concern bietet dabei eine Grundlage, um die affektiv-kognitive Auseinandersetzung der Lehrkräfte mit dem Programm abzubilden. Das dazugehörige Instrument besteht aus sieben Skalen, die sich jeweils auf den Bereich beziehen, auf dem in der jeweili-

gen Phase das Augenmerk der Lehrkraft (Concern) liegt (z. B. Aufgabenmanagement). Anhand der festgelegten Reihenfolge der Skalen lässt sich ein Skalenprofil abbilden und interpretieren. An dem individuellen Profil kann so unter anderem festgemacht werden, inwieweit sich eine Lehrkraft kooperativ hinsichtlich des Programms zeigt oder ob sie eher als Gegner bzw. Gegnerin einzuordnen ist.

Typisches Skalenprofil von "Kooperationsbereiten" und "Innovationsgegnerinnen und -gegnern". Bei den auf der y-Achse angegebenen Werten handelt es sich um ein 7-stufiges Antwortformat von 1=„trifft nicht zu“ bis 7=„trifft völlig zu“.



Die Art und Weise, wie im Rahmen eines Programms kommuniziert wird und wie die Lehrkräfte diesem gegenüberstehen, wirkt sich schließlich auf die Kompetenzen der Lehrkräfte und die Unterrichtsqualität aus (vgl. Integratives Modell). Hier wird davon ausgegangen, dass sich Lehrkräfte, die sich im Rahmen des Programms häufig mit Kolleginnen und Kollegen austauschen, wohlwollender mit dem Programm auseinandersetzen und somit ihre Kompetenzen und den Unterricht im Sinne des Programms verändern bzw. verbessern. Die verbesserten Kompetenzen auf Seiten der Lehrkräfte und die höhere Unterrichtsqualität schlagen sich theoretisch schließlich in den Schülermerkmalen, wie zum Beispiel einer gesteigerten sprachlichen Kompetenz, nieder.



DIE BUND-LÄNDER-INITIATIVE „BILDUNG DURCH SPRACHE UND SCHRIFT“ UND DEREN EVALUATION

„Bildung durch Sprache und Schrift“ (BiSS) wurde im Jahr 2012 als Forschungs- und Entwicklungsprogramm vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), dem Bundesministerium für Familie, Senioren, Frauen und Jugend (BMFSFJ), der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (KMK) und der Jugend- und Familienministerkonferenz der Länder (JFMK) initiiert.

Ziele des Programms sind die Verbesserung der Sprachförderung, der Sprachdiagnostik sowie der Leseförderung. Diese sollen mit einer Kombination aus Top-down-Maßnahmen wie zum Beispiel Materialien und Fortbil-

dungen, die „von oben“ vorgegeben werden, und Bottom-up-Initiativen wie die Auswahl und Umsetzung durch die Lehrkräfte vor Ort erreicht werden.

Im Rahmen von BiSS evaluierte das Teilprojekt BiSS-EvalLesen in den Jahren 2015 bis 2018 Konzepte und Maßnahmen der fachübergreifenden Leseförderung und -diagnostik an Grundschulen in sieben Verbänden bzw. Bundesländern, in denen die Schulen die Module „Diagnose und Förderung der Leseflüssigkeit und ihrer Voraussetzungen“ und „Diagnose und Förderung des Leseverständnisses“ bearbeiteten. Das Teilprojekt umfasste insgesamt vier Messzeitpunkte.

Welche kommunikativen Aspekte sind besonders relevant für den Implementationsprozess?

Auf der theoretischen Grundlage des vorgestellten Modells konnte ich mit Kolleginnen und Kollegen anhand unterschiedlicher methodischer Zugänge (Multiple Regressionen, Latente Profilanalysen, Pfadmodelle, Mehrebenenanalysen) und anhand von Daten aus dem Projekt BiSS-EvalLesen unter anderem zeigen, dass Lehrkräfte, die berichteten, häufig mit anderen Lehrkräften im Rahmen des Programms zu kooperieren, sich verstärkt mit den Konsequenzen des Programms für die Schülerinnen und Schüler auseinandersetzten. Sie machten sich also vermehrt Gedanken darüber, was die neuen Unterrichtsmethoden zur Leseförderung für die Schülerinnen und Schüler bedeuteten. Dass die Lehrkräfte sich in dieser Art und Weise mit dem Programm auseinandersetzten, bedingte wiederum, dass sie seit Beginn der Programmarbeit eine verstärkte Entwicklung bei sich selbst wahrnahmen. Die Lehrkräfte berichteten unter anderem, dass sie anders über ihren Leseunterricht nachdachten, neue Materialien im Unterricht ausprobierten und sensibler für die Lernschwierigkeiten der Schülerinnen und Schüler waren.





Diffusion der Veränderung als Prädiktor für das Leseverständnis der Schülerinnen und Schüler

LESEVERSTÄNDNIS (MZP IV)		
	β	SE
SCHÜLEREBENE		
Leseverständnis (MZP III, Vorleistung)	0.59*	0.04
Geschlecht	-0.03	0.03
Familiärer Sprachhintergrund	-0.07	0.04
Höchster sozioökonomischer Status in der Familie	0.10	0.04
R^2	.42	
SCHULEBENE		
Schulgröße	-0.48*	0.21
Diffusion der Veränderung	0.51*	0.25
R^2	.39	
ICC (intraclass correlation)	.02	

Signifikanzniveau: * = statistisch signifikanter Unterschied ($p < .05$)

Darüber hinaus erwies sich die Zusammensetzung der Projektgruppe als bedeutsamer Prädiktor für die Diffusion der Veränderung – also die Verbreitung des Programms im Kollegium. Diese kann als Indikator herangezogen werden, inwieweit in der jeweiligen Schule eine Veränderung auf Seiten des Kollegiums stattgefunden hat bzw. stattfindet. Bestand die Projektgruppe aus Mitgliedern, die eine gute Beziehung zueinander haben und unterschiedliche Kompetenzen einbringen, so war das Programm in der Schule verbreiteter. Diese Verbreitung des Programms – das heißt, dass es zum Beispiel den meisten Lehrkräften in der Schule vertraut ist – schlägt sich wiederum in den Schülermerkmalen nieder. Wurde also von einer Schule berichtet, dass das Programm dort stark verbreitet ist, so zeigten die Schülerinnen und Schüler dieser Schule einen höheren Zuwachs beim Leseverständnis innerhalb eines Schuljahres (s. Tabelle).

Kommunikation – sei es als kommunikativer Austausch im Rahmen von Kooperationen oder als Informationsfluss innerhalb der Schule – ist somit im Rahmen eines Implementationsprozesses bedeutsam. Sie bedingt zum einen, wie die beteiligten Lehrkräfte dem Programm gegenüberstehen und inwieweit sich die Lehrkräfte durch das Programm entwickeln. Zum anderen schlägt sie sich letztlich aber auch in den vom Programm fokussierten Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler nieder.



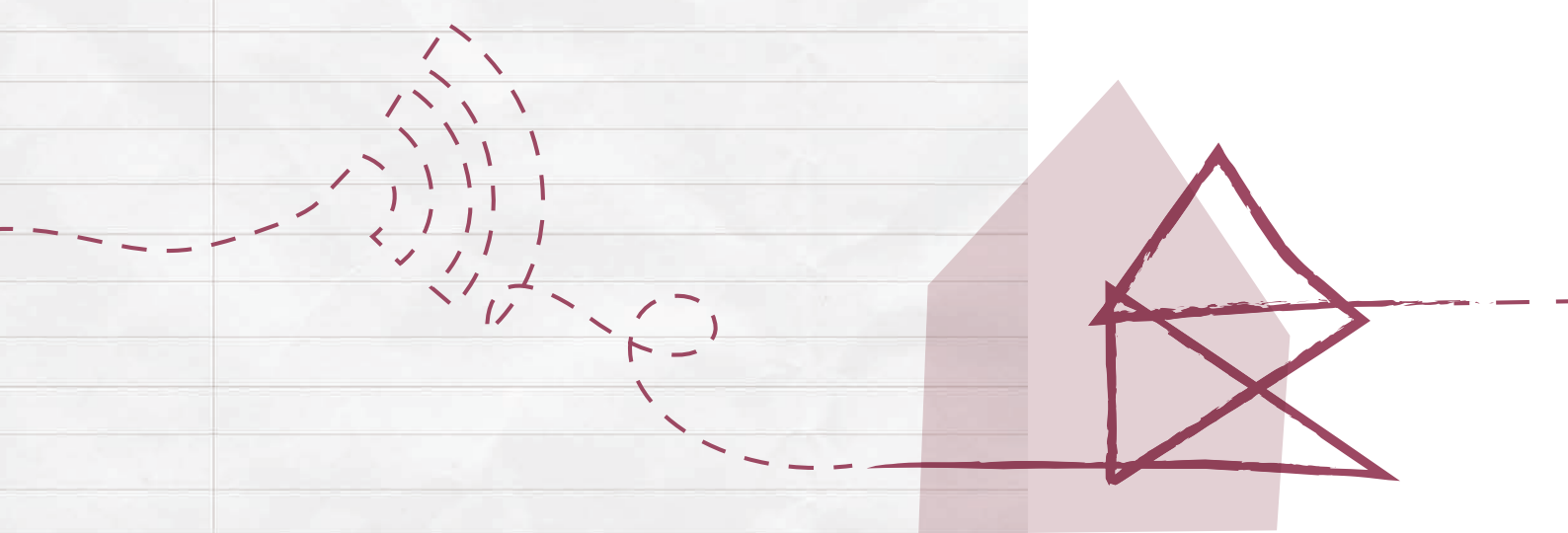
Teerling, A., & Köller, O. (2019). Implementationsprozesse in Schulen: Herausforderungen und Perspektiven. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 66(1), 3–5. <https://doi.org/10.2378/peu2019.art02d>



i Annika Teerling

studierte Wirtschaft/Politik und Deutsch für das gymnasiale Lehramt sowie Pädagogik an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Nach einer Ausbildung zur Journalistin ist sie seit dem Jahr 2015 wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Abteilung Erziehungswissenschaft und Pädagogische Psychologie am IPN. Hier wurde sie im Fach Pädagogik promoviert. In ihrer Doktorarbeit beschäftigte sie sich mit Gelingensbedingungen schulischer Implementationsprozesse – vor allem im Hinblick auf kommunikative Aspekte sowie das affektiv-kognitive Erleben der Beteiligten.

teerling@leibniz-ipn.de



Wie das Lernen zu Hause funktionieren kann

AUF ELTERN, LEHRKRÄFTE, HÄUSLICHE ARBEITSUMGEBUNG
UND DIGITALE INFRASTRUKTUR KOMMT ES AN

Olaf Köller, Johanna Fleckenstein, Karin Guill und Jennifer Meyer

Im März 2020 wurden wegen der Corona-Pandemie alle Schulen in Deutschland geschlossen. Schülerinnen und Schüler sollten die folgenden Wochen im häuslichen Umfeld lernen. Es ist davon auszugehen, dass auch im kommenden Schuljahr aufgrund der Pandemie in einer Mischung aus Präsenz- und Fernphase unterrichtet wird. Doch wie sollten häusliche Arbeitsaufträge aussehen, damit sie das Potenzial haben, erfolgreiche Lernprozesse auf Seiten der Schülerinnen und Schüler zu initiieren und aufrechtzuerhalten? Welche Rolle kommt dabei den Eltern zu?

Hausaufgaben galten bislang eher als überholte Instrumente einer Schule, die Schülerinnen und Schüler mittags nach Hause schickt, und als zeitraubende Nachmittagsbeschäftigung der Kinder und Jugendlichen. Hinzu kommt, dass es umstritten ist, ob bei der Bearbeitung von Hausaufgaben Wissen erworben wird und Kompetenzen erweitert werden. Nach dem coronabedingten Aussetzen des Präsenzunterrichts bot das häusliche Arbeiten und Lernen für Schulen allerdings die letzte Möglichkeit, überhaupt noch fachlichen Wissens- und Kompetenzerwerb auf Seiten der Kinder und Jugendlichen anzubahnen.

Auf Basis verschiedener Studien kristallisieren sich drei Faktoren heraus, die besonders wichtig erscheinen, um zum Erfolg häuslichen Arbeitens beizutragen:

- a. die elterliche Unterstützung der Schülerinnen und Schüler bei der Erledigung der Hausaufgaben
- b. die Vorbereitung, Begleitung und Nachbearbeitung der Hausaufgaben durch die Lehrkräfte
- c. die häusliche Arbeitsumgebung und digitale Infrastruktur

Elterliche Unterstützung bei der Erledigung von Hausaufgaben

Klassische Hausaufgaben sollen so angelegt sein, dass Schülerinnen und Schüler sie selbstständig bearbeiten können. Den meisten Kindern und Jugendlichen steht aber elterliche Hilfe zur Verfügung. Dabei zeigt sich, dass ein Mehr an elterlicher Hilfe (Quantität) nicht automatisch ein Vorteil für die Kinder ist. Wichtiger ist das Wie der elterlichen Hausaufgabenhilfe, also ihre Qualität. Für die Qualität elterlicher Hilfe bei der Erledigung von Hausaufgaben spielen die folgenden drei Faktoren eine große Rolle:

1. Ansprechbarkeit

beschreibt die elterliche Hinwendung und positive Aufmerksamkeit für das Kind als Reaktion auf dessen Bedürfnis nach sozialer Eingebundenheit. Ansprechbare Eltern geben Hilfestellungen, wenn das Kind darum bittet, hören sich aber zunächst auch dessen eigene Lösungsvorschläge an.

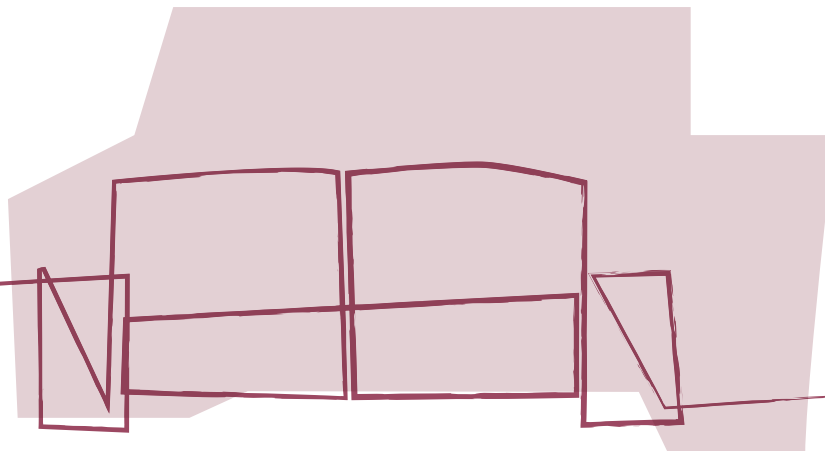
2. Kontrolle

bedeutet Druck, Aufdringlichkeit und Dominanz der Eltern, was sich negativ auf das kindliche Erleben von Autonomie und Kompetenz auswirkt. Kontrollierende Eltern mischen sich auch dann in die Hausaufgabenbearbeitung ein, wenn das Kind gar keinen Unterstützungsbedarf signalisiert; sie sitzen neben dem Kind, verbessern Falsches sofort und reagieren ärgerlich auf Fehler des Kindes.

3. Strukturierung

meint positive Formen elterlicher Anleitung wie die Organisation des Umfelds des Kindes und die Bereitstellung eines Rahmens, der die Kompetenz des Kindes unterstützt. Dies kann durch die Organisation des Arbeitsplatzes oder die Abschirmung von Störungen geschehen, aber auch durch Regeln zur zeitlichen Struktur der Hausaufgabenbearbeitung im Tagesablauf.

Ansprechbarkeit und Strukturierung wirken sich positiv auf die Bearbeitung von Hausaufgaben aus, während kontrollierendes Verhalten von Eltern einen negativen Effekt auf die Leistung und das Hausaufgabenverhalten hat.



Vorsicht Falle!

Es ist bekannt, dass Eltern auf ungünstiges Arbeitsverhalten ihrer Kinder häufig mit ungünstigen Unterstützungsstrategien reagieren, also vor allem mehr Druck ausüben und stärker kontrollieren. Hier droht eine negative Abwärtsspirale eines sich wechselseitig verstärkenden Eltern- und Schülerverhaltens. So zeigt sich auch, dass ein kontrollierendes Elternverhalten mit mehr Streit um die Hausaufgaben einhergeht und insbesondere leistungsschwächere Schülerinnen und Schüler von mehr Streit aufgrund von Hausaufgaben berichten. Häufiger Streit Anlass ist dabei, dass die elterlichen Erklärungsansätze aus der Perspektive der Kinder von denen der Lehrkräfte abweichen.

Die positive Nachricht ist: Wirksame Formen der Hausaufgabenunterstützung sind erlern- und trainierbar. So zeigen Studien zu verschiedenen Elterntrainings, dass sich insbesondere kontrollierendes Elternverhalten und Streit in der Hausaufgaben-situation auf diese Weise signifikant reduzieren lassen.

Vorbereitung, Begleitung und Nachbearbeitung durch die Lehrkräfte

Hausaufgaben sollen üblicherweise das Lernen in der Schule ergänzen. Sie dienen dem Üben bzw. Vertiefen der in der Schule im Präsenzunterricht gelernten Inhalte bzw. Kompetenzen. Der coronabedingte Wegfall bzw. die Verkürzung der Präsenzzeit in der Schule machen es erforderlich, für eine sehr enge Verknüpfung der knappen Präsenzzeiten und der häuslichen Arbeitsaufträge zu sorgen.

Weniger ist manchmal mehr

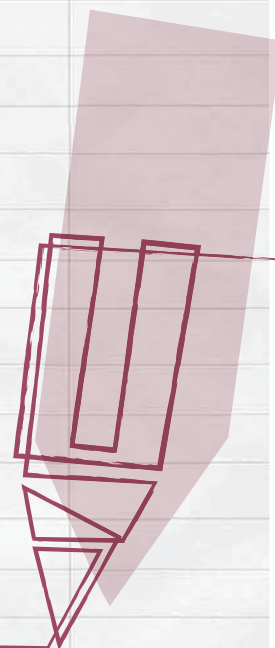
Aus empirischen Befunden lassen sich Faustregeln ableiten, an denen sich Lehrkräfte bei der Vorbereitung und Vergabe von häuslichen Aufträgen orientieren können. Dazu gehört beispielsweise, dass es wirksamer ist, relativ kurze Aufträge regelmäßig zu erteilen als sehr umfangreiche auf einmal.

Zum einen erleichtert die schrittweise Erteilung der Hausaufgaben die individuelle Adaptation des Lernens: Je nachdem, wie gut der erste Aufgabenblock bewältigt werden kann, können folgende Hausaufgaben angepasst und mögliche Schwierigkeiten adressiert werden.



HINWEISE FÜR ELTERN

1. Sofern ausreichend digitale Endgeräte zur Verfügung stehen, sollten diese vor der Nutzung durch die Schülerinnen und Schüler entsprechend eingerichtet werden. Eltern benötigen hier möglicherweise den Rat der Lehrkräfte.
2. Welches ist der geeignete Arbeitsort für das Kind? Wie kann es gegebenenfalls auch auf engem Raum Ordnung in den vielen zusätzlichen Arbeitsmaterialien halten? Zusätzliche Stehordner oder Mappen könnten hier helfen.
3. Eltern können mit den Kindern einen Zeitplan erstellen, wann welche Aufgaben erledigt werden. Der normale Stundenplan aus der Schule kann als Orientierung dienen.
4. Wenn mehrere Kinder zu Hause lernen, kann es sinnvoll sein, einen eigenen Familienstundenplan zu entwickeln. Wichtig sind auch Pausenzeiten mit Bewegung, so wie es die Kinder aus der Schule kennen.





HINWEISE FÜR LEHRKRÄFTE

1. Verknüpfung der Hausaufgaben mit Präsenzzeit sowie Verknüpfung der Aufgaben untereinander. Der Umfang muss zu bewältigen und motivierend sein.
2. Verwenden von synchronen und asynchronen digitalen Lernformen, um Schülerinnen und Schülern zeitnah Rückmeldung zu geben.
3. Nutzung von Lerntools, die den Schülerinnen und Schülern ein automatisiertes bzw. computer-generiertes Feedback zu ihrem Lernprozess geben.
4. Förderung der Selbstregulation: Selbstregulation und Motivation auch für schwierige Aufgaben steigern (z. B. durch kollaborative Aufgaben).
5. Abstimmung mit den Eltern über die besonderen Herausforderungen der viel umfangreicheren Hausaufgaben.
6. Hinweise auf bereits existierende Ratschläge zur Gestaltung des häuslichen Arbeitens. Die Vorteile von Ansprechbarkeit und Strukturierung sowie die Nachteile von Einmischung und Kontrolle sollten dort sinngemäß thematisiert werden.
7. Bereitstellung von Strukturierungshilfen – so viel wie nötig, so wenig wie möglich: Einige Kinder werden mit der Freiheit eines Wochenplans gut umgehen können. Andere benötigen eine tagesweise Vorgabe, was wann bearbeitet werden soll – sei es als Aufgabenplan oder schon portioniert in Materialpäckchen für jeden Tag.

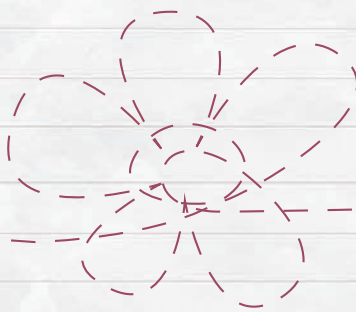
Zum anderen kann sich eine hohe Anzahl von Aufgaben, die in einem einzigen Auftrag gegeben werden, negativ auf die Motivation der Schülerinnen und Schüler auswirken. Die Forschung zeigt, dass sowohl Über- als auch Unterforderung Langeweile auslösen können und damit die Lernleistung verringert ist. Bei der Vergabe der Aufgaben sollten die Lehrkräfte einbeziehen, dass insbesondere die konzentrierte und fokussierte Erledigung der Aufgaben eine wichtige Rolle spielt. Die aktive Lernzeit und nicht die Dauer der für die Hausaufgaben aufgewandten Zeit per se ist entscheidend. Inwiefern die aufgewandte Zeit tatsächlich aktive Lernzeit ist, hängt insbesondere von der Selbstregulation der Schülerinnen und Schüler ab.

Selbstreguliertes Lernen: Zeit effektiv nutzen

Während die Bearbeitung der Aufgaben durch Schülerinnen und Schüler in der Regel nicht selbstbestimmt ist, da die Lehrkraft die Arbeitsaufträge vorgibt, erfolgt sie selbstreguliert, weil die Schülerinnen und Schüler selbst entscheiden, wie sie die Aufgabenbearbeitung organisieren.

Aus dieser Perspektive ist die Erledigung der Hausaufgaben eine wichtige Form selbstregulierten Lernens. Hierbei spielen motivationale Faktoren eine große Rolle. Beispielsweise sind bei Fächern, in denen Schülerinnen und Schüler schwächere Leistungen zeigen, die Bearbeitungszeiten länger, aber die Durchführung ist weniger effektiv. Umgekehrt können bei Fächern, in denen die Schülerinnen und Schüler keine Probleme haben, die Bearbeitungszeiten ebenfalls lang sein, da in diesen Fächern die Motivation zur Aufgabenbearbeitung deutlich erhöht ist. Dadurch wird in den Fächern, in denen die Lernzeit notwendiger wäre, die Aufgabenbearbeitung vernachlässigt.

Lehrkräfte sollten die Aufgaben deshalb so gestalten, dass die Anforderungen an die Selbstregulation der Schülerinnen und Schüler nicht zu hoch sind. Eine vielversprechende weitere Möglichkeit zur Förderung der Selbstregulation ist es, einen Teil der Aufgaben auf kollaboratives Lernen auszurichten.



Rückmeldungen

Damit Schülerinnen und Schüler erfolgreich zu Hause lernen, ist es wichtig, dass Lehrkräfte ihnen zeitnah und regelmäßig Rückmeldungen zu den Arbeitsergebnissen geben.

Die Rückmeldungen sollen drei Leitfragen beantworten: „Was ist das Lernziel?“, „Wo stehe ich?“ und „Wie kann ich mich verbessern?“ In der Antwort auf die dritte Frage sollte so konkret wie möglich beschrieben werden, welcher Schritt für Schülerinnen und Schüler als Nächstes notwendig wäre, um den Lernzielen näher zu kommen. Wenn alle drei Leitfragen in den individuellen Rückmeldungen durch die Lehrkräfte beantwortet werden, ist der Lernzuwachs am höchsten und den Kindern wird geholfen, ihre eigene Leistung selbst genauer zu bewerten.

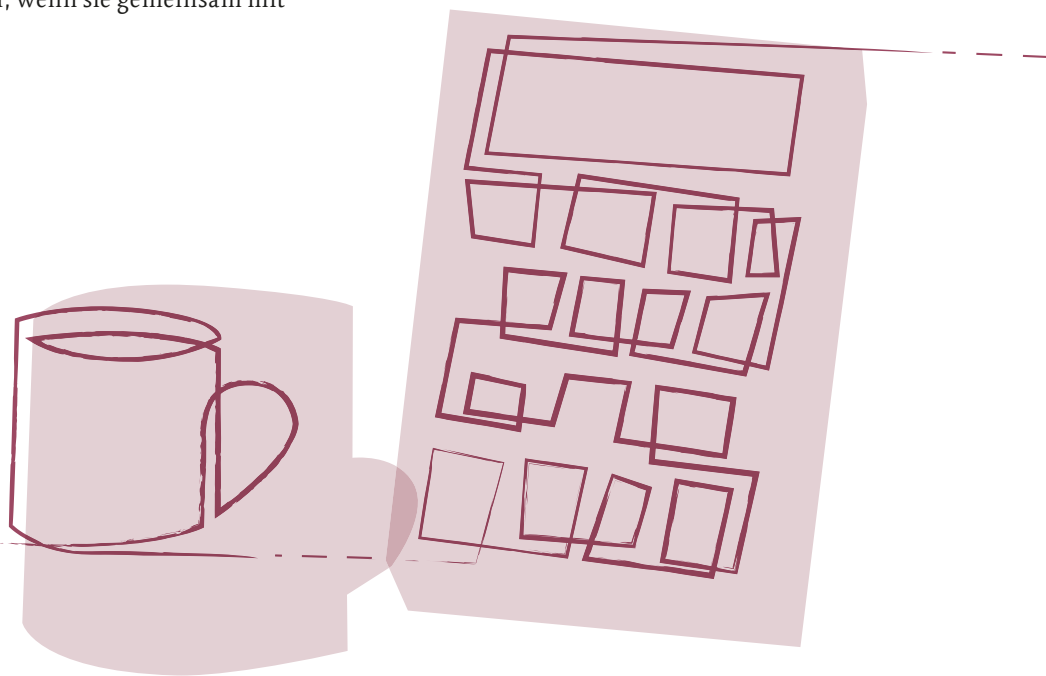
Potenziale der Digitalisierung für häusliches Arbeiten

Die Digitalisierung kann in der aktuellen Situation einen vielversprechenden Lösungsansatz für zentrale Probleme bei der häuslichen Aufgabebearbeitung darstellen, sofern die nötigen infrastrukturellen Voraussetzungen hierfür gegeben sind. Die Verwendung digitaler Medien erlaubt den Schülerinnen und Schülern auch in Zeiten von social distancing kooperatives Lernen durch die Interaktion mit anderen Lernenden. Dabei zeigten sich positive Effekte für das computergestützte kooperative Lernen. In einer Metaanalyse wiesen Lernende in computergestützten Lernumgebungen einen deutlich größeren Wissens- und Kompetenzzuwachs sowie positivere Einstellungen auf, wenn sie gemeinsam mit anderen lernten statt alleine.



WIE KANN DIE BILDUNGSADMINISTRATION HELFEN?

1. Gefordert sind klare Empfehlungen für pädagogisch-didaktisch geeignete, datenschutzkonforme Lernplattformen und -tools.
2. Es besteht ein großer Fortbildungsbedarf bei Lehrkräften hinsichtlich technischer und mediendidaktischer Kompetenzen.
3. Landesinstitute für Lehrkräftebildung und die Schulaufsicht sind gefordert, gemeinsam mit der Bildungsforschung webbasierte Fort- und Weiterbildungsangebote zum Einsatz digitaler Medien für Lehrkräfte im Fernunterricht zu entwickeln.
4. Es sollten zusammen mit der Bildungsforschung webbasierte Eltern-Trainings zur Gestaltung des häuslichen Lernens entwickelt werden.
5. Ein dichter Wechsel von Fernunterricht und Präsenztagen ist gegenüber langgestreckten Präsenz- und häuslichen Phasen zu bevorzugen, insbesondere in der Grundschule und dort am Schulanfang.





i Prof. Dr. Olaf Köller

ist Geschäftsführender Wissenschaftlicher Direktor des IPN und Direktor der Abteilung Erziehungswissenschaft und Pädagogische Psychologie am IPN.

koeller@leibniz-ipn.de



Dr. Johanna Fleckenstein

ist Mitarbeiterin der Abteilung Erziehungswissenschaft und Pädagogische Psychologie am IPN. Im Anschluss an ein Lehramtsstudium wurde sie an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel im Fach Pädagogik promoviert. Am IPN beschäftigt sie sich unter anderem mit formativem Assessment und Feedback in digitalen Lernumgebungen.

fleckenstein@leibniz-ipn.de



Dr. Karin Guill

ist ebenfalls Mitarbeiterin der Abteilung Erziehungswissenschaft und Pädagogische Psychologie am IPN. Die Diplom-Psychologin leitet die IPN-Tandem-Nachwuchsgruppe „Die Rolle von Lehrermerkmalen und zusätzlichen Lehrangeboten bei der Unterstützung leistungsschwacher Schülerinnen und Schüler“. Sie hat Psychologie, katholische Theologie und Philosophie an den Universitäten Berlin (FU), Bonn und Köln studiert.

guill@leibniz-ipn.de



Dr. Jennifer Meyer

gehört ebenso der Abteilung Erziehungswissenschaft und Pädagogische Psychologie am IPN an. Die Diplom-Psychologin beschäftigt sich unter anderem mit den Zusammenhängen von Persönlichkeit, Motivation und Schulleistungen.

jmeyer@leibniz-ipn.de

Voraussetzungen schaffen

Die Digitalisierung kann einen großen Beitrag zur Lernentwicklung der Schülerinnen und Schüler in der coronabedingten Krise leisten. Allerdings müssen für die Umsetzung einige Voraussetzungen geschaffen werden.

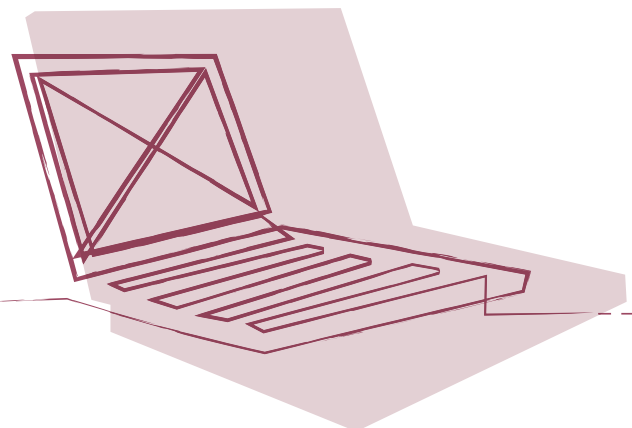
Auch wenn mittlerweile in Deutschland nahezu jeder Haushalt mit Kindern über einen Internetanschluss und mindestens einen stationären oder mobilen PC verfügt, reicht dies in der aktuellen Situation häufig nicht aus. Gerade Familien mit mehreren schulpflichtigen Kindern stoßen schnell an ihre digitalen Kapazitätsgrenzen – insbesondere, wenn auch noch die Eltern in Heimarbeit auf einen Computer angewiesen sind. Lehrkräfte sehen sich häufig vor Herausforderungen gestellt, wenn es darum geht, digitale Unterrichtsinhalte zu erstellen bzw. zu vermitteln.

Dabei ergeben sich gleich zwei die Digitalisierung betreffende Probleme: zum einen die Verfügbarkeit geeigneter Lerntools und zum anderen die mangelnden Kompetenzen und Erfahrungen von Lehrpersonen im Umgang mit digitalen Formaten. So zeigt sich, dass die meisten Lehrkräfte in der aktuellen Krise weiterhin mit klassischen Aufgabenblättern arbeiten. Unterricht in virtuellen Klassenzimmern oder Onlinekurse finden hingegen deutlich seltener Anwendung. Da gerade solche Formate für synchrones Feedback und kooperatives Lernen von Vorteil sind, wäre eine (parallele) Verwendung entsprechender Lernumgebungen wünschenswert.

.....

i

In diesem Artikel stützen wir uns auf einen breiten Fundus an Forschungsliteratur, der sich darauf bezieht, wie Hausaufgaben bzw. das Arbeiten zu Hause als Ergänzung zu regulärem Präsenzunterricht aussehen sollten. Wer wissen möchte, aus welcher Originalarbeit die Befunde stammen, kann sich gerne an die Autorengruppe wenden.





Von Tintenkillern und Rotkohlsaft

**DIE AUFGABEN IM AUSWAHLWETTBEWERB ZUR INTERNATIONALEN
JUNIORSCIENCEOLYMPIADE – AUCH DIESE EIGNEN SICH GUT,
UM SIE ZU HAUSE ZU BEARBEITEN**

Felicitas Niekel

Die Aufgaben in der IJSO

Wir vom Team des Auswahlwettbewerbs der IJSO freuen uns jedes Jahr sehr, interessierte Jugendliche in den Naturwissenschaften zu trainieren und die Mitglieder des deutschen Nationalteams auszuwählen. Doch wie sehen eigentlich die Aufgaben aus, die auf dem Weg ins Nationalteam zu lösen sind?

Der Auswahlwettbewerb der IJSO in Deutschland beginnt immer am 1. November des Jahres vor dem internationalen Wettbewerb mit der Aufgabenrunde, an der bundesweit mehr als 4000 Schülerinnen und Schüler teilnehmen. Sie arbeiten in Dreier-Teams, zu zweit oder einzeln. Die Aufgaben sind so angelegt, dass sie sich gut in den MINT-Unterricht, in Nachmittagsangebote an der Schule oder in Projektwochen einbinden lassen. Eine Bearbeitung zu Hause ist aber auch möglich.

i

AUFGABENRUNDE: TINTENTOD

Beim Schreiben mit dem Füller ist es schnell passiert und du verschreibst dich. Was nun? Zum Glück gibt es Tintenkiller. Damit malst du über das falsche Wort, und zack ist es verschwunden! Aber wo ist die Tinte hin?

EXPERIMENT 1

Entnimm aus einem Tintenkiller die weiße Mine mit der Tintenkillerflüssigkeit. Schneide diese in kleine Stücke, lege sie in einen Becher und gib einen Esslöffel Wasser dazu. Drücke die Minenstücke mit dem Löffel aus. Verdünne in einem Gefäß etwas blaue Tinte mit Wasser. Verteile die jetzt hellblau gefärbte Flüssigkeit zu gleichen Teilen auf drei Gläser und beschrifte sie mit 1, 2 und 3. Gib in die Gläser 2 und 3 tropfenweise Tintenkillerflüssigkeit, bis du eine Veränderung siehst. Gib nach etwa einer Minute zu Glas 3 noch einige Tropfen Zitronensaft.

- 1a) Gib in einer Tabelle an, welche Flüssigkeiten du in die Gläser 1 bis 3 geben sollst. Begründe mithilfe der Tabelle, warum es nicht ausreicht, den Versuch nur mit Glas 3 durchzuführen.
- 1b) Führe Experiment 1 durch. Notiere deine Beobachtungen in einer kommentierten Fotoserie.
- 1c) Formuliere genau zwei Schlussfolgerungen, die du aus dem Versuch ziehen kannst.

Die Aufgaben der ersten Runde in der IJSO umfassen einfache, ungefährliche Experimente und eignen sich bereits für Schülerinnen und Schüler ab Klassenstufe 5. Die anknüpfenden Aufgaben gehen etwas mehr in die Tiefe, sodass auch die älteren und die leistungsstärkeren unter den Teilnehmenden auf ihre Kosten kommen. Die meisten der benötigten Materialien lassen sich im Haushalt finden, Fehlendes können die Schülerinnen und Schüler im Supermarkt bekommen. Für Lehrkräfte stellt die IJSO-Geschäftsstelle neben dem Erwartungshorizont und dem Bewertungsschema mit dem Lehrerbegleitheft Hintergrundinformationen und weiterführende Ideen für das Unterrichtsgeschehen bereit.

Die Aufgabenrunde steht jedes Jahr unter einem Motto, das Lust aufs Erforschen des Alltagslebens macht. Auf das erste Motto „Sonne, Luft und mehr“ (2008) folgten viele weitere wie „Holz – gefällt?!“ (2012), „Bei Lichte betrachtet“ (2015) oder „In der Klebewerkstatt – bärenstark“ (2017). Dieses Jahr drehte sich für die 5000 Teilnehmenden alles um das Thema Tinte.

In der Aufgabe „Tintentod“ gab es für die jungen Forscherinnen und Forscher u. a. Folgendes zu entdecken:

- Was ist eigentlich im Inneren eines Tintenkillers?
- Funktioniert der Tintenkiller auch bei Tinte, die in einem Glas mit Wasser vermischt ist?
- Was passiert, wenn ich noch weitere Stoffe einsetze?

Die systematische Beobachtung und die Dokumentation ergänzen den spielerischen Ansatz dieses Chemie-Experiments um die wissenschaftliche Arbeitsweise. Sobald die Schülerinnen und Schüler die Versuchsvorschrift in eine Tabelle überführt haben, erschließt sich ihnen eine systematische Vorgehensweise. Das Konzept einer Kontrollprobe, die als Vergleich genutzt wird, kann abgeleitet werden.



Quelle: <https://www.ijso2020.de/de/deutschland/auswahlwettbewerb/aktuelle-aufgaben.html>

IJSO QUIZ (PHYSIK)

Leonie und Paul wollen mit dem Rad zum Schwimmbad fahren. Leonie fährt die 10 km lange Strecke mit ihrem eigenen Rad (15 km/h), Paul hat sich das E-Bike (25 km/h) seiner Mutter geliehen. Beide fahren zeitgleich los. Wie lange muss Paul am Schwimmbad auf Leonie warten?

- (1) 8 Minuten
- (2) 4 Minuten
- (3) 12 Minuten
- (4) 16 Minuten

IJSO QUIZ (BIOLOGIE)

Welche Kombination der Mechanismen I bis IV ist zwingend notwendig für den Wassertransport in Pflanzen?

I Wurzeldruck durch höhere Konzentration an gelösten Stoffen im Wasserleitsystem der Pflanzen

II Bindungskräfte der Wassermoleküle untereinander

III Kapillarkräfte in den Wasserleitsystemen der Pflanzen

IV Saugspannung, ausgelöst durch die Verdunstung in den Blättern

- (1) nur IV
- (2) nur I, II und IV
- (3) nur II und IV
- (4) alle Mechanismen I bis IV

IJSO QUIZ (CHEMIE)

An die beiden Pole einer Batterie (9 V) sind zwei leitende Kabel angeschlossen. Das eine freie Kabelende berührt ein mit Salzwasser und Rotkohlsaft getränktes Filterpapier (gelbes Kabel). Mit dem zweiten freien Kabelende kann man jetzt einen grünen Smiley auf das Filterpapier zeichnen (schwarzes Kabel). Was passiert dabei?

(1) Der Elektronenfluss zerstört den Farbstoff im Rotkohl und das Abbauprodukt zeigt eine grüne Farbe.

(2) Durch den Stromfluss gebildetes Natriumhydroxid ändert durch seinen pH-Wert die Färbung des Rotkohlsaftes.

(3) Durch die angelegte Spannung gibt das Natrium ein Elektron ab und das Natriumkation färbt den Rotkohlsaft grün.

(4) Der Rotkohlsaft reagiert mit der Elektrode, aus der Elektrode gelöstes Metall bewirkt die grüne Färbung.



Hätten Sie es auch gewusst? Die korrekten Antworten sind: Biologie (3), Chemie (2), Physik (4). Korrekt gelöst haben dies 30%, 50% bzw. 60% der etwa 1000 Teilnehmenden am IJSOquiz. Alle seit 2008 erschienenen Aufgabenblätter mit Experimenten und die IJSOquiz-Aufgaben finden sich zum Üben und Ausprobieren mitsamt den Lösungen im Aufgabenarchiv auf der IJSO-Homepage unter <https://www.ijso2020.de/de/deutschland/auswahlwettbewerb/aufgabenarchiv.html>



Foto: Stephanie Schmidt-Gattung, IPN.

Die besten 1000 Teilnehmenden der Aufgabenrunde messen sich im Februar des Wettbewerbsjahres im IJSOquiz, einer 45-minütigen Multiple-Choice-Klausur mit jeweils acht Fragen aus den Fachbereichen Biologie, Chemie und Physik. Die Aufgaben decken ein weites Schwierigkeitspektrum ab, sodass einerseits besonders Leistungsstarke herausgefordert werden, andererseits die weniger Leistungsstarken motiviert werden, sich weiter mit den Naturwissenschaften zu beschäftigen.

Die Aufgabentypen und -inhalte sind abwechslungsreich, häufig haben sie einen Alltagsbezug oder nehmen das Motto der Aufgabenrunde auf. Im Folgenden stellen wir exemplarisch je eine Frage des IJSOquiz 2020 aus den Fachbereichen Biologie, Chemie und Physik vor. Diese Fragen entsprechen jeweils einem anderen Anforderungsniveau.

Über die Lösehäufigkeit lässt sich hier nachträglich die Einstufung als Aufgabe mit hohem (Biologie, Lösehäufigkeit = 30%), mittlerem (Chemie, Lösehäufigkeit = 50%) und niedrigem Anforderungsniveau (Physik, Lösehäufig-

keit = 60%) verifizieren. In der Aufgabenrunde 2020 erhielten die Schülerinnen und Schüler unter dem Titel Tintendurst die Aufgabe, eine Tulpe in Tintenwasser zu stellen. Anschließend schnitten sie den Stängel auf und untersuchten die Leitungsbahnen. Eine Biologie-Frage im IJSOquiz, der zweiten Auswahlrunde, leitet sich von diesem Experiment ab. Eine Chemie-Aufgabe beschäftigt sich mit einer Farbveränderung, die durch eine elektrochemische Reaktion hervorgerufen werden kann, und fragt nach der Erklärung dieses Phänomens. Eine weitere Aufgabe zeigt ein Beispiel für eine Physikaufgabe mit Alltagsbezug.

Für die besten 39 Schülerinnen und Schüler des IJSOquiz geht es dann über die Klausurrunde, welche im Mai stattfindet, zum Bundesfinale an einen Hochschulstandort in Deutschland. Nach einer aufregenden Woche mit Klausur- und Ausflugsprogramm fällt dort schließlich die Entscheidung, welche sechs Schülerinnen und Schüler Deutschland bei der internationalen Olympiade vertreten werden.



DIE IJSO

Die Internationale JuniorScienceOlympiade (IJSO) ist ein bundesweiter Schülerwettbewerb, der fächerübergreifend naturwissenschaftliche Nachwuchsförderung ab Klasse 5 bietet. Die Altersobergrenze liegt bei 15 Jahren. Das nationale Auswahlverfahren, das vom Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) in Kiel durchgeführt wird, erstreckt sich über vier Runden, von denen die vierte im Rahmen einer einwöchigen Veranstaltung auf Bundesebene stattfindet. Am Ende stellen die bundesweit sechs besten Teilnehmerinnen und Teilnehmer die deutsche Nationalmannschaft. Das nationale Auswahlverfahren wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

Der internationale Wettbewerb besteht dann aus zwei theoretischen Prüfungen und einer praktischen Prüfung, die im Team bearbeitet wird, und umfasst Aufgaben aus den Fachbereichen Biologie, Chemie und Physik.



IJSO
*Internationale
JuniorScienceOlympiade*



DIE VIER NATIONALEN AUSWAHLRUNDEN

1. RUNDE: AUFGABENRUNDE

WANN?

1. November des Jahres vor dem internationalen Wettbewerb bis 15. Januar des Wettbewerbsjahres

WER?

Alle Schülerinnen und Schüler, die eine allgemeinbildende Schule besuchen und im Wettbewerbsjahr nicht älter als 15 Jahre sind, können an der Aufgabenrunde teilnehmen. Im Jahr 2020 meldeten sich z. B. ca. 5000 Jugendliche zu dieser Runde an.

ABLAUF:

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer führen zu Hause oder in der Schule einfache Experimente durch, die Naturwissenschaften im Alltag erlebbar machen. Dazu beantworten sie vertiefende Fragen. Gruppen von bis zu drei Personen können eine gemeinsame Ausarbeitung einreichen.

2. RUNDE: IJSOQUIZ

WANN?

Februar/März des Wettbewerbsjahres

WER?

Die in der ersten Runde erfolgreichen Teilnehmerinnen und Teilnehmer sowie von IJSO-Landesbeauftragten eingeladene Preisträgerinnen und Preisträger aus Landeswettbewerben qualifizieren sich für das IJSOquiz. Im Jahr 2020 waren dies 1056 Schülerinnen und Schüler.

ABLAUF:

Das IJSOquiz besteht aus 24 Multiple-Choice-Aufgaben quer durch die Biologie, Chemie und Physik. Der Test dauert 45 Minuten und wird unter Schulaufsicht geschrieben.

3. RUNDE: KLAUSURRUNDE

WANN?

Mai des Wettbewerbsjahres

WER?

Das beste Drittel der Teilnehmerinnen und Teilnehmer aus dem IJSOquiz sowie Bundesfinalistinnen und -finalisten aus dem Vorjahr, die die Altersvoraussetzungen erfüllen, können an der Klausurrunde teilnehmen. Im Jahr 2020 qualifizierten sich 320 Jugendliche zu dieser Runde.

ABLAUF:

Die Klausur besteht aus 18 Multiple-Choice-Aufgaben und Aufgaben in offenen Antwortformaten aus den Bereichen Biologie, Chemie und Physik. Die Klausur dauert 90 Minuten und findet unter Schulaufsicht statt.

4. RUNDE: BUNDESFINALE

WANN?

September des Wettbewerbsjahres

WER?

Die 39 Besten der Klausurrunde erreichen das Bundesfinale.

ABLAUF:

Das Bundesfinale findet an einer Hochschule oder einem Forschungszentrum statt. Montag ist Anreisetag. Am Dienstag schreiben die Bundesfinalistinnen und -finalisten eine theoretische Klausur und bereiten sich in Dreier-Teams auf die Laborklausur am Mittwoch vor. Beide Klausuren dauern 150 Minuten und ähneln dem Format im internationalen Wettbewerb. Donnerstag ist Exkursionstag, und Freitag endet die Veranstaltung mit der Preisverleihung.



Dr. Felicitas Niekel ist wissenschaftliche Mitarbeiterin in der Abteilung Didaktik der Chemie am IPN. Die Diplomchemikerin leitet im Wettbewerbsjahr 2020 den Auswahlwettbewerb zur Internationalen JuniorScienceOlympiade in Deutschland.

niekiel@leibniz-ipn.de

Es muss nicht immer blitzen und blinken

EIN IPN-PROJEKT ERSTELLT DIGITALE UNTERRICHTSEINHEITEN ZUR VERKNÜPFUNG VON SACHGEBIETEN DES PHYSIKUNTERRICHTS IN DER MITTELSTUFE

Julian Alexander Fischer

Im Projekt energie.TRANSFER werden am IPN digitale Unterrichtseinheiten zum Basiskonzept Energie entwickelt. Durch die Verknüpfung von Inhalten verschiedener Sachgebiete sollen die Unterrichtseinheiten den Aufbau eines vernetzten Wissens unterstützen. Die einzelnen Unterrichtseinheiten sind relativ kurz (drei bis vier Unterrichtsstunden) und können nahtlos in den Physikunterricht der Mittelstufe integriert werden. Lehrkräfte können die Unterrichtseinheiten nach Belieben verändern und an ihren Unterricht anpassen. Insgesamt stehen zwölf Einheiten für die vier Sachgebiete Mechanik, Optik, Elektrizitätslehre und Wärmelehre zur Verfügung.

The screenshot shows a Moodle course overview page titled 'Kursübersicht'. On the left is a navigation menu with items like 'Dashboard', 'Startseite', 'Kalender', 'Meine Dateien', 'Meine Kurse', and a list of course units (e.g., CRU12_Hautverbrennung, CRU11_Trampolin, CRU10_Mikrofon, CRU09_Smartphone, CRU08_Skateboard, CRU07_Achterbahn, CRU02_Kleidung, CRU06_Fahrrad, CRU05_Solarzellen, CRU03_Stick Bomb). The main area displays a grid of course units, each with a representative image and a title. The units include: 'Warum fährt eine Achterbahn auch ohne eigenen ...', 'Warum gibt es auf der Erde Jahreszeiten? ...', 'Warum verbrennt man sich die Haut, wenn man ...', 'Warum wird ein Laptop manchmal heiß? (Masterkurs)', 'Welche Farbe sollte man im Sommer für seine ...', 'Wie erreicht ein Skateboard in einer Halfpipe ...', 'Wie funktioniert ein Mikrofon? (Masterkurs)', 'Wie hoch kann man auf einem Trampolin springen? ...', 'Wie kann man ein Smartphone ohne Steckdose oder ...', 'Wie lange müsste man Rad fahren, um ein ...', 'Wie sollten Solarzellen an einem Haus ...', and 'Wie viel Energie steckt in einer "Stick Bomb"? ...'. Each unit also has a 'Kursname' and 'Kachel' dropdown menu.

Die Unterrichtseinheiten sind als Kurse in der digitalen Lehr-Lern-Plattform Moodle implementiert.

SCAN ME



Lernende streichen gekonnt über ihre Tablets, Simulationen blitzen und blinken auf der Oberfläche. Digitalisierte Unterrichtsgänge sind hoch individualisiert, ständig erscheinen auf dem Bildschirm Lernhilfen und Feedback je nach Wissensstand. Die Lernenden lösen komplizierte Probleme wie in einem Computerspiel, bestimmen dabei selbst den Lernweg und das Tempo, lösen individuell und doch kooperativ das Problem. Alles läuft von selbst.

So sehen die im Projekt energie.TRANSFER entwickelten digitalen Unterrichtseinheiten nicht aus. Stattdessen bieten sie nach den neuesten Erkenntnissen physikdidaktischer Forschung konzipierte Unterrichtsgänge, die unkompliziert von den Lehrkräften heruntergeladen, auf ihren Schulservern gespeichert und an ihre individuellen Anforderungen angepasst werden können. Es zeigt sich, dass dies für Lehrkräfte wichtiger ist, als dass alles von selbst läuft.

Die Unterrichtseinheiten sind als Kurse in der Lehr-Lernplattform Moodle implementiert. Moodle bietet neben dem Standardpaket von gut zehn Kurselementen noch über 1600 weitere wie H5P-Module, Geogebra und Zeichentools zu chemischen Reaktionen als Plug-ins. Die Nutzung zu vieler verschiedener Kurselemente kann den digitalen Unterricht aber auch behindern. Denn Schülerinnen und Schüler müssen den Umgang mit den Elementen teilweise erst erlernen.

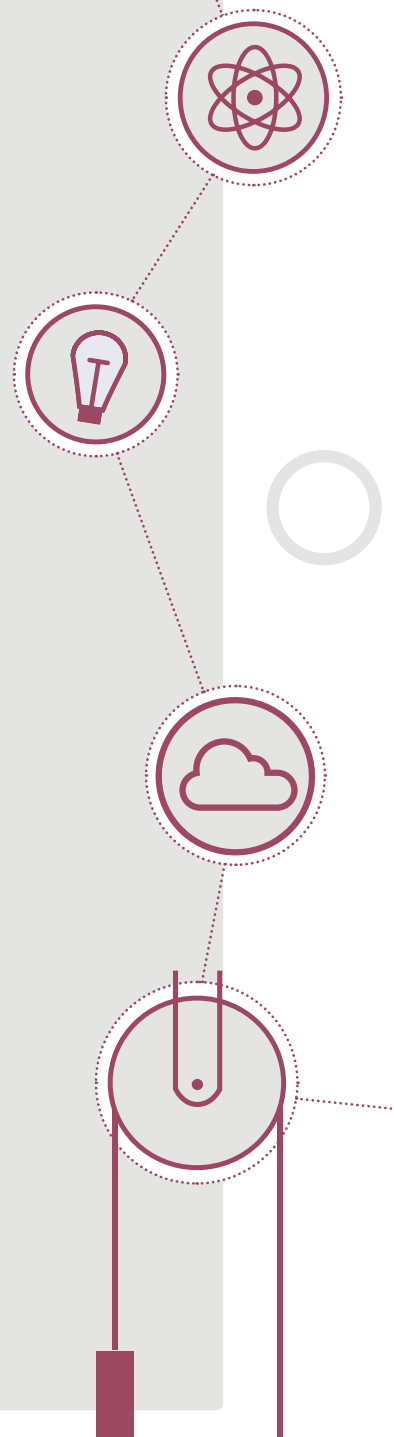
Die Unterrichtseinheiten beschränken sich daher zunächst auf wenige verschiedene Elemente, mit deren Hilfe interaktive Lehr-Lern-Aktivitäten implementiert wurden. Moodle bietet den Lehrkräften dabei die Möglichkeit, diese Aktivitäten nach Belieben zu verändern oder zu löschen und neue Aktivitäten hinzuzufügen.

Die Unterrichtseinheit: Wie viel Energie steckt in einer Stick Bomb?

Eine der Unterrichtseinheiten basiert auf dem Phänomen der Stick Bomb. Eine Stick Bomb bezeichnet eine auf dem Boden liegende Kette vieler, geschickt ineinander verkanteter Sticks (z. B. Mundspatel oder Eisstiele). Wird das Ende der Kette gelöst, lösen sich die Sticks in einer Kettenreaktion – ähnlich wie bei einer umstürzenden Dominobahn – und fliegen nacheinander nach oben. Zu Beginn der Einheit wird den Schülerinnen und Schülern ein Video einer explodierenden Stick Bomb gezeigt. Überraschend ist dabei vor allem die Höhe, die die Sticks erreichen können.

Im Anschluss an das Video wird die übergeordnete Fragestellung „Wie viel Energie steckt in einer Stick Bomb?“ entwickelt und in drei Teilfragen zerlegt:

- 1) Welche Energie steckt in einer Stick Bomb?
- 2) Wie viel Energie steckt in einem Stick?
- 3) Warum erreichen die Sticks immer die gleiche Flughöhe?





Lehrkräfte können die Lehr-
Lern-Aktivitäten mithilfe des in
Moodle integrierten Editors nach
Belieben anpassen.

Zur ersten Teilfrage sehen die Lernenden in Moodle ein Videotutorial zum Aufbau einer Stick Bomb, bauen selbst eine und ordnen der explodierenden Stick Bomb in einem Slow-Motion-Video mittels Drag-and-Drop an vorgegebenen Stellen Energieformen zu. Am Ende steht die Erkenntnis, dass in jedem einzelnen Stick Energie in Form von Spannenergie gespeichert ist.

Darauf aufbauend sollen die Lernenden Hypothesen formulieren, wovon die Spannenergie eines einzelnen Sticks abhängt, und diese Hypothesen testen. Mithilfe eines Federkraftmessers und eines Lineals bestimmen sie, wie viel Energie in einem Stick steckt und beantworten so die zweite Teilfrage.

Zur Bearbeitung der dritten Teilfrage führt die Lehrkraft zunächst einen Versuch mit einer Wellenmaschine vor, und die Lernenden vergleichen entweder in einem Freitext oder in einem Lückentext die Stick Bomb mit einer Welle, deren Höhe während der Ausbreitung abnimmt.

Den Abschluss bildet die Beantwortung der übergeordneten Fragestellung und die Anwendung des Gelernten auf ein ähnliches Phänomen: Die Schülerinnen und Schüler sollen mithilfe der Umwandlung von Spann- in kinetische- bzw. Lageenergie erläutern, warum man mithilfe eines Sprungbretts im Schwimmbad viel höher springen kann als ohne ein Sprungbrett.

StickBomb_BestimmenderSpannenergie_1



3. Ordne die Sticks wie im Foto unten an und hänge an den Bindfaden den Federkraftmesser.
4. Drücke nun auf den mittleren Stick, so dass der farbig markierte Stick auf dem Tisch aufliegt.
5. Ziehe an dem Federkraftmesser den Stick so weit nach unten bis der Stick den Tisch berührt.
6. Notiere dir die Kraft (F) .
7. Entspanne wieder den Federkraftmesser und miss die Auslenkung (l) des Sticks mithilfe des Lineals.

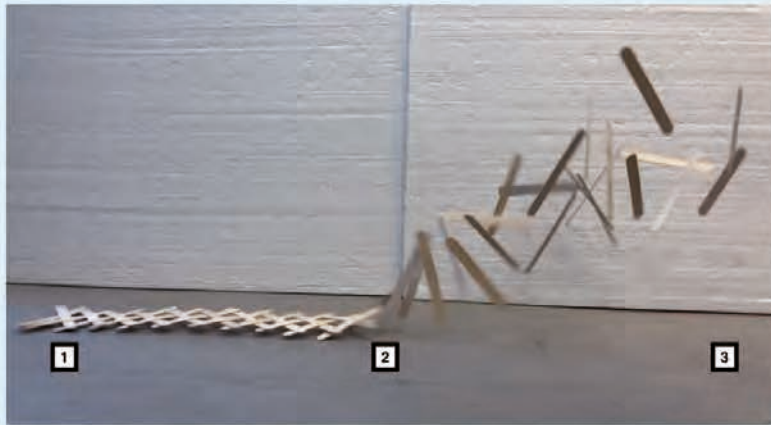


1

Aufbau und Explosion einer
Stick Bomb auf Youtube.

SCAN ME





- 1 - ✓
- 2 - ✗
- 3 - ✗

Beachte, dass die Sticks bei (2) kurz davor sind, hochzufiegen.
 Beachte außerdem, dass die Sticks bei (3) ihren höchsten Punkt erreicht haben. Was passiert dort mit der Geschwindigkeit?

Erprobung im „Regel-“unterricht

Die Unterrichtseinheit Stick Bomb wurde von Lehrkräften im Regelunterricht und im coronabedingten Homeschooling erprobt. Die Lehrkräfte zeigten sich begeistert von der Einfachheit, mit der die Einheit in den Regelunterricht integriert oder auch im Homeschooling eingesetzt werden konnte. Besonders schätzten sie die Möglichkeit, die Unterrichtseinheit an die lokalen Voraussetzungen und nach eigenen Vorstellungen anpassen zu können.

Häufig wurden entsprechend den Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler Namen für Energieformen verändert, Experimente angepasst oder Aufgabenstellungen umformuliert. Es zeigte sich zudem, dass ein Moodle-Kurs – gegebenenfalls nach einer kurzen Einführung in Moodle – von den Lehrkräften wie eine Arbeitsmappe mit Arbeitsblättern verstanden und von den Schülerinnen und Schülern entsprechend genutzt wurde.





Beantworte nun abschließend die Frage:

Wie viel Energie steckt in einer "Stick Bomb"?

Rich text editor toolbar with icons for bold, italic, underline, list, link, unlink, and image. The editor area is empty.



Stelle dir vor, du sollst einem Mitschüler, der in dieser Unterrichtsstunde gefehlt hat, erklären was du heute gelernt hast. Erläutere mit Energiebegriffen diesem Mitschüler, was eine Stick Bomb und was passiert, wenn sie explodiert.

Rich text editor toolbar with icons for bold, italic, underline, list, link, unlink, and image. The editor area is empty.

▲
Von einer Lehrkraft angepasste
Version der Aufgabenstellung.

Die Experimente mit den Sticks führten die Lernenden selbst (im Homeschooling zu Hause mit selbst beschafften Sticks) durch und trugen ihre Ergebnisse bei Moodle ein. Die Lehrkräfte konnten die Ergebnisse einsehen und diese in der Auswertungsphase besprechen.

	Nachname	Status	Antwort 1
<input type="checkbox"/>	eliralne02 eliralne02 Versuch überprüfen	Beendet	Ich habe eine "Stickbomb" beobachtet, ich hätte nicht gedacht, dass das geht, bin aber noch nicht so überzeugt davon, dass das echt ist. Die Sticks sind in einer bestimmten physikalischen Technik zusammengelegt.
<input type="checkbox"/>	majemane05 majemane05 Versuch überprüfen	Beendet	Es ging sehr schnell und die Holzstäbchen sind hoch in die Luft geflogen. Obwohl sie am Anfang auf dem Boden lagen. Es hat mich beeindruckt, dass es so sehr hoch geflogen ist.
<input type="checkbox"/>	aratda06 aratda06 Versuch überprüfen	Beendet	Da wurde mit den Sticks sowas wie ein Modell gebaut, die dann irgendwo aufhört, wo man dann sozusagen den ersten Stick fallen lässt und nach der Reihe fallen Sticks alle runter und beeindruckend ist, wie das so hoch geht, bevor es fällt (wie eine Schlange).
<input type="checkbox"/>	staltvane10 staltvane10 Versuch überprüfen	In Bearbeitung	

Fazit

Es blitzt und blinkt zwar nichts in Moodle, aber bei der Erprobung der Unterrichtseinheiten hat sich gezeigt, dass Lehrkräfte dies auch gar nicht unbedingt wünschen. Wichtig schien vielmehr die unkomplizierte Nutzung und (speziell) die Möglichkeit, Inhalt, Struktur und Ablauf des Unterrichts nach Bedarf anpassen zu können. Genau das bieten die in Moodle implementierten Unterrichtseinheiten. Sie stellen in gewisser Weise eine hybride Form digitalen Unterrichts dar. Sie bieten eine an den Erkenntnissen aktueller didaktischer Forschung orientierte didaktische Struktur zusammen mit hochwertigen Lehr-Lern-Aktivitäten. Gleichzeitig können sie von den Lehrkräften nach Belieben an ihre eigenen und die Bedürfnisse ihrer Schülerinnen und Schüler angepasst werden – bei Bedarf sogar für einzelne Schülerinnen und Schüler oder Gruppen von Schülerinnen und Schülern.

Die Lehrkraft kann die Bearbeitung der Aktivitäten durch die Schülerinnen und Schüler online sowie im Klassenraum verfolgen und bei Bedarf eingreifen. Die Einheiten kombinieren damit die Vorteile forschungsbasierter Unterrichtseinheiten mit denen digitalen Lernens.



Notizen der Schülerinnen und Schüler in der Ansicht für Lehrkräfte.



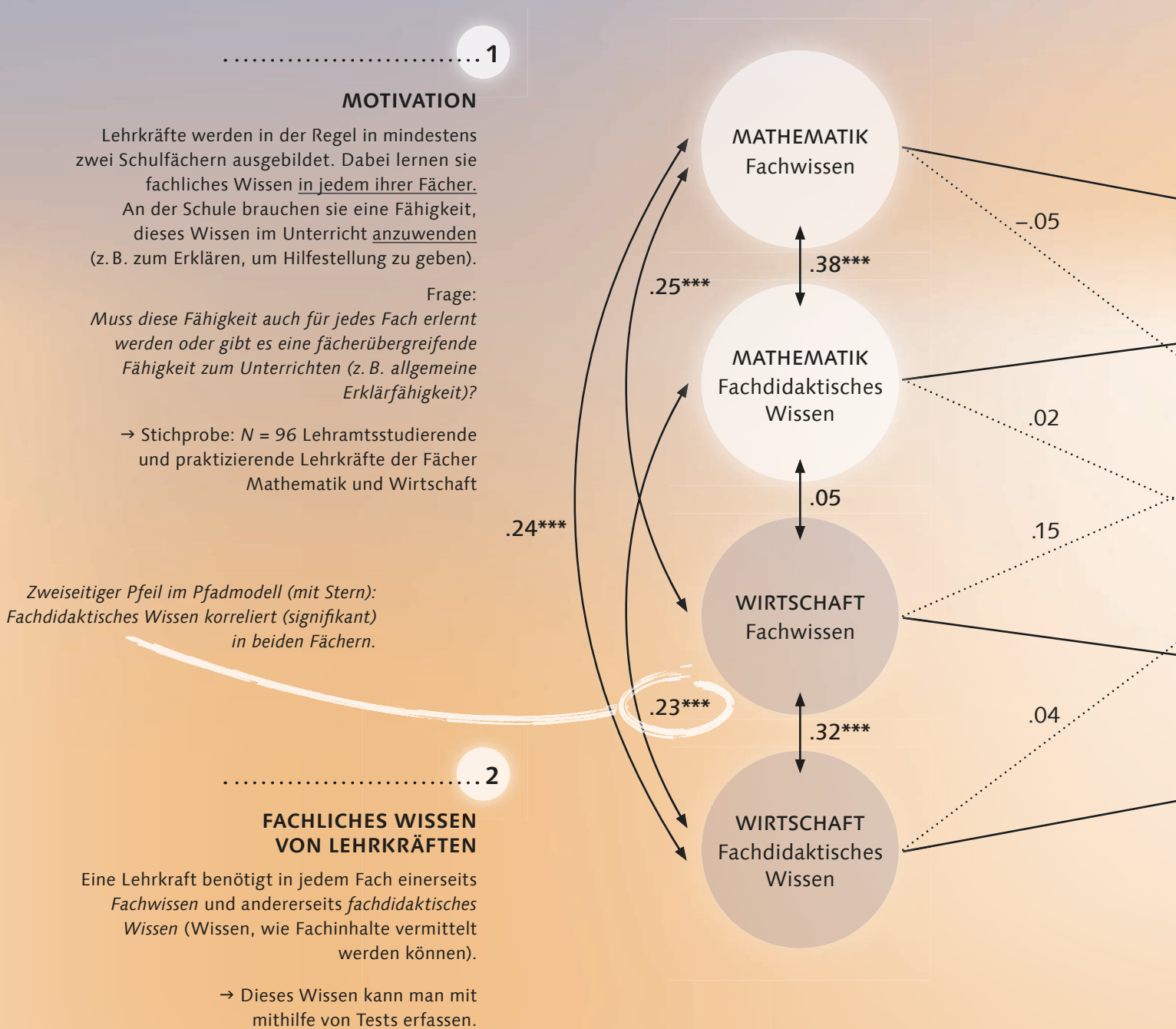
i Julian Alexander Fischer ist wissenschaftlicher Mitarbeiter in der Abteilung Didaktik der Physik am IPN. Nach einem Studium für das Lehramt an Gymnasien mit den Fächern Physik und Mathematik promoviert er nun am IPN zu Physikunterricht, der sich an Basiskonzepten orientiert.

jafischer@leibniz-ipn.de



Wie fachspezifisch ist die Fähigkeit von Lehrkräften, Fachwissen und fachdidaktisches Wissen für das Handeln im Unterricht anzuwenden?

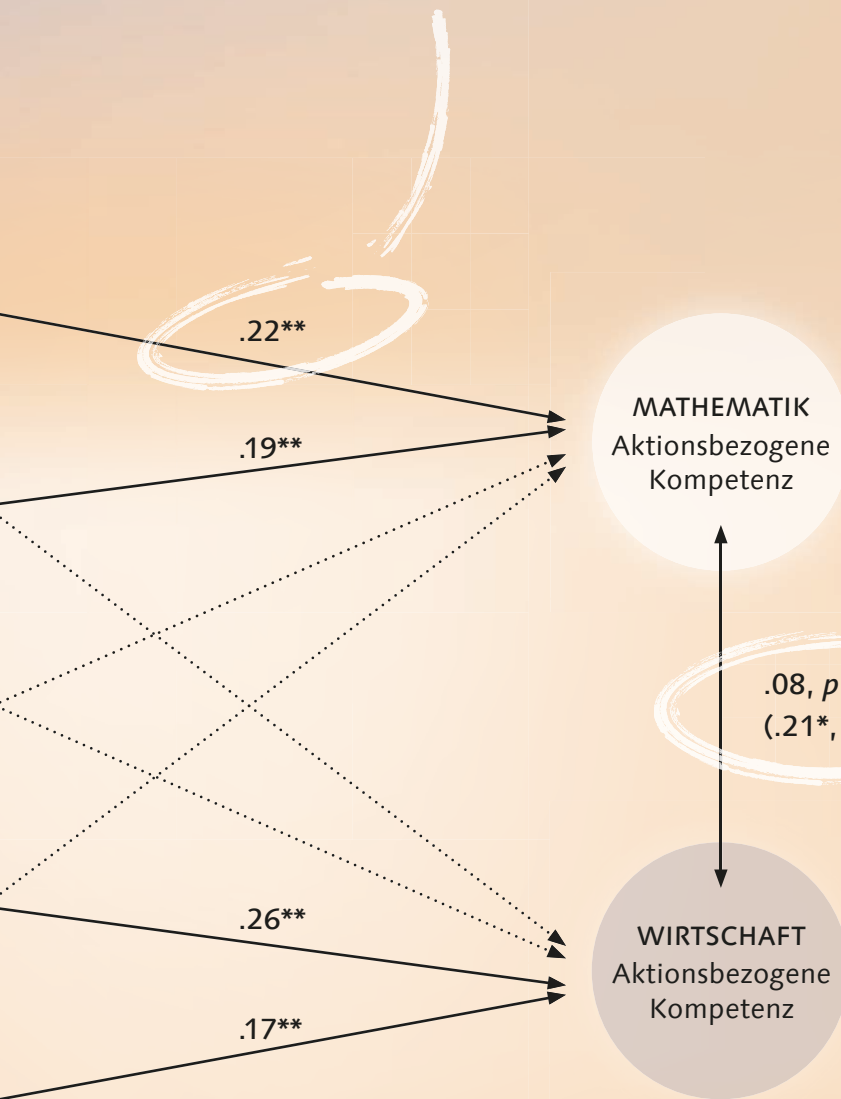
EINE PFADANALYSE IN 4 SCHRITTEN ERKLÄRT





Jeschke, C., Kuhn, C., Lindmeier, A., Zlatkin-Troitschanskaia, O., Saas, H., & Heinze, A. (2019). Performance assessment to investigate the domain specificity of instructional skills among pre-service and in-service teachers of mathematics and economics. *British Journal of Educational Psychology*, 89(3), 538–550. <https://doi.org/10.1111/bjep.12277>

Einseitiger Pfeil im Pfadmodell (mit Stern):
Aktionsbezogene Kompetenz wird
(signifikant) durch Fachwissen erklärt.



3

AKTIONSBEOGENE KOMPETENZ

Dies umfasst eine Fähigkeit, das fachliche Wissen für das *Handeln in Unterrichtssituationen* anzuwenden (*Erklärung geben, Lernende unterstützen*).

→ Diese Kompetenz wird mit Videoaufgaben zu Unterrichtssituationen erfasst, bei denen Teilnehmende unter Zeitdruck mit eigenen Worten auf die Situation so antworten, als ob sie gerade im Unterricht wären.

Die aktionsbezogene Kompetenz für Mathematik und Wirtschaft korreliert signifikant mit .21*, sofern keine weiteren Einflussfaktoren beachtet werden. Werden weitere Variablen in dem Pfadmodell berücksichtigt, so reduziert sich der Zusammenhang zwischen den Fächern und ist nicht mehr signifikant.

4

FAZIT

„Wissen in Mathematik und Wirtschaft begünstigt sich gegenseitig. Mathematisches Wissen für das Unterrichten anzuwenden zu können, hilft jedoch kaum dabei, Wissen in Wirtschaft für das Unterrichten anzuwenden (und umgekehrt)!“

(Signifikanzniveau: * $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$)



Transparente Forschung am IPN

Moderation: Mareike Müller-Krey

Open Access, Open Data und Open Education – seit Mai 2020 sind diese drei Bereiche in einer Open Science Policy am IPN zusammengefasst. Im Interview erläutern die drei Open-Science-Beauftragten, Barbara Senkbeil-Stoffels (Open Access), Tim Höffler (Open Data) und Silke Rönnebeck (Open Education), das Motiv zur Entwicklung dieser Policy und welche Entwicklungschancen sie sich für eine offene Wissenschaft erhoffen.

IPN JOURNAL Zu Beginn eine Frage aus aktuellem Anlass: **Unsere Kommunikationsweise wird durch Covid-19 und die Maßnahmen zur Eindämmung der Pandemie in vielfacher Weise beeinflusst. Daten und deren Analyse beispielsweise spielen in der Tagespresse eine ganz neue und zentrale Rolle für die Bürgerinnen und Bürger. Welche Auswirkung hat die Pandemie Covid-19 auf unser Verständnis von Open Science?**

TIM HÖFFLER: Es ist spannend zu sehen, dass im Zuge der Aufklärung über Covid-19 durch Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in der Presse die wahrgenommene Transparenz der Wissenschaft gestiegen zu sein scheint. Die Wissenschaft und ihre Arbeitsweisen werden der Öffentlichkeit klarer und bewusster gemacht – kein Forschen und Verkünden vom Elfenbeinturm herab, sondern Nachvollziehbarkeit und Verantwortung. Was die Wochen der Pandemie aber auch gezeigt haben, ist, dass es noch immer einen gewissen Nachholbedarf im Sinne eines Wissenschaftsverständnisses gibt. Der Wissenschaft wird glücklicherweise, zumindest hier in Deutschland, noch immer ein gewisser Vertrauensvorsprung entgegengebracht. Gleichzeitig ist aber offensichtlich nicht grundsätzlich ein Verständnis darüber ausgeprägt, dass auch Wissenschaft nicht hexen kann, dass sie immer mit Unsicherheiten belegt ist und dass sich gerade im Falle einer Pandemie die Lage und damit die Einschätzungen und Bewertungen auch täglich ändern können. Und auch die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler müssen sich nicht grundsätzlich immer einig sein, das ist Teil des Wissenschaftsprozesses. Da wäre es schön zu sehen, wenn Open Science, zum Beispiel über OER, also Open Educational Resources, zu einem gesteigerten Wissenschaftsverständnis in der Öffentlichkeit beitragen könnte.

SILKE RÖNNEBECK: Der Bereich Open Education hat durch die coronabedingte Schließung der Schulen extrem an Wahrnehmung gewonnen. Lehrkräfte brauchten digitale Materialien, um unterrichten zu können. In kürzester Zeit wurde an Schulen – auch an solchen, die bisher wenig auf digitales Arbeiten vorbereitet waren – die erforderliche Infrastruktur geschaffen, um Materialien, wie wir sie beispielsweise in unserem OER-Projekt „OER@IPN“ zur Verfügung stellen, zu nutzen. Ein zweiter wichtiger Aspekt in diesem Kontext ist meines Erachtens die Aktualität, die Open Educational Resources grundsätzlich bieten. Wenn man sich z. B. vorstellt, dass in einem Schulbuch das Thema Pandemie be-

handelt wird, und das Buch wäre OER, dann könnte man es ganz schnell aktuell und damit für Schülerinnen und Schüler relevant gestalten, weil man etwas aufnehmen könnte, was gerade passiert. Ein wichtiges Anliegen ist es uns in diesem Projekt, aber auch in vielen anderen Projekten, aktuelle Wissenschaft in die Schule zu bringen, und das hat durch die Geschehnisse in den vergangenen Wochen noch einmal enorm an Bedeutung gewonnen.

BARBARA SENKBEIL-STOFFELS: Bei all dem spielt die Digitalisierung natürlich eine bedeutende Rolle. Sie ist zentrale Säule einer offenen Wissenschaft. Sie ermöglicht einen kulturellen Wandel sowohl in den wissenschaftlichen Arbeitsweisen als auch in der Kommunikation und fördert damit außerdem den interdisziplinären Informationsaustausch innerhalb der Wissenschaft, den Transfer in die Gesellschaft und die kritische Auseinandersetzung mit aktuellen Erkenntnissen der Wissenschaft, national und international. Die aktuellen Einschränkungen durch die Pandemie und der dadurch ausgelöste enorme Digitalisierungsschub werden perspektivisch die digitale Kommunikation und Kollaboration enorm verändern und damit auch einen messbaren Einfluss auf die Weiterentwicklung von Open Science haben. Für den Publikationsbereich erhoffe ich mir einen Impuls für kleinere, fachspezifische Verlage, sich dem Open-Access-Weg zu öffnen und mehr digitale Services anzubieten. Eine verbesserte digitale Infrastruktur ist ein wichtiger Baustein für die Erweiterung digitaler Bibliotheksservices.

IPN JOURNAL Die seit dem Jahr 2015 am Institut bestehende Open Access Policy wurde jüngst um das **Bekanntnis zu Open Data und Open Educational Resources ergänzt und damit zu einer Open Science Policy ausgebaut. Was war der Auslöser dafür?**

TIM HÖFFLER: In den vergangenen fünf Jahren hat sich der Begriff von Open Science in der Wissenschaft und auch in der Öffentlichkeit immer weiter entwickelt und ist breiter geworden. Unser Vorläufer-Dokument war noch sehr beschränkt auf den Open-Access-Bereich, aber das IPN macht ja noch viel mehr: Es generiert enorm viele wissenschaftliche Daten und entwickelt didaktische Angebote. Und diese wollen wir im Sinne des Open-Science-Gedankens verbreiten! Deshalb war es höchste Zeit, diese nicht mehr ganz zeitgemäße Policy zu überarbeiten und um die Bereiche Open Data und OER zu erweitern.



Barbara Senkbeil Stoffels

ist Leiterin der IPN-Bibliothek, Forschungs-
informationsmanagerin und Open-Access-/
Open-Science-Beauftragte am Institut.

BARBARA SENKBEIL-STOFFELS: Seit mehr als fünf Jahren wird der freie Zugang zu den am IPN verfassten wissenschaftlichen Publikationen aktiv gefördert und unterstützt. In dieser Zeit hat das Institut weitere Schritte hin zur digitalen, offenen Wissenschaft unternommen. Erste Gespräche im Kollegium hierüber wurden Mitte letzten Jahres über Themen wie offene Lizenzen, Metadatenstandards im Kontext OER und die mögliche Bündelung von Open-Science-Services wie z. B. Informations- und Beratungsangebote geführt, ergänzt durch die gemeinsame Mitarbeit in Gremien, die sich institutsübergreifend mit Open Access bzw. Open Science beschäftigen. In der Auseinandersetzung mit zunächst sehr praktischen Fragen haben wir auf der Grundlage der existierenden Open Access Policy des IPN sehr schnell festgestellt, dass es große Überschneidungen in den hier am Institut forschungsrelevanten Bereichen Open Access, Open Data und OER gibt, was zu einer kollegialen Initiative von uns dreien geführt hat, diese in einer gemeinsamen Policy zu bündeln. Hierbei hat uns die Institutsleitung sehr unterstützt. Auch die Leibniz-Gemeinschaft fördert die Entwicklung hin zu Open Science. So lehnt sich die Open Science Policy des IPN an die **Leitlinien zu Open Access der Leibniz-Gemeinschaft** an. Open Science wird z. T. ganz unterschiedlich gefasst, und die Verwendung des Terminus ist nicht immer eindeutig. Wichtig war uns daher auch, die Begrifflichkeit zumindest für das Institut genauer zu definieren, die enthaltenen Teilbereiche zu beschreiben, Gemeinsamkeiten aufzuzeigen, aber diese auch gegeneinander abzugrenzen.

IPN JOURNAL Den Unterricht in den Naturwissenschaften und in der Mathematik zu fördern ist zentrales Ziel der fachdidaktischen und bildungswissenschaftlichen Forschung des IPN. Welches Potenzial hat Open Science für die Fortentwicklung des Unterrichts, aber auch für die Fortentwicklung der bildungswissenschaftlichen Forschung?

SILKE RÖNNEBECK: Wie schon zuvor gesagt, besitzen in unseren Augen OER ein großes Potenzial für den Transfer wissenschaftlicher Erkenntnisse in die Unterrichtspraxis. Der Begriff Transfer ist dabei aber fast zu einseitig. Wir möchten über OER langfristig mit Lehrkräften in einen Austausch kommen und Unterrichtsmaterialien gemeinschaftlich weiterentwickeln. Dazu stellen wir im Rahmen des Projekts OER@IPN fachdidaktisch entwickelte Unterrichtsmaterialien auf unserer OER-Plattform zur Verfügung und entwickeln diese in sogenannten *communities of practice* aus Lehrkräften und Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktikern weiter. Auch wenn wir Lehrkräfte schon in den Entwicklungsprozess von Materialien einbeziehen, lässt sich erst im Gebrauch wirklich sagen, wie ein Material in der Praxis funktioniert, welche Anpassungen nötig sind und was vielleicht fehlt. Das können Lehrkräfte in ihrem täglichen Unterricht viel besser feststellen und Rückmeldung geben. Dieses konkrete Feedback ermöglicht uns Forschenden, bestimmte Dinge noch einmal zu überdenken. OER bieten damit wirklich Möglichkeiten für eine nachhaltige Zusammenarbeit von Forschung und Unterrichtspraxis.

Dr. Tim Höffler

ist am IPN Ansprechpartner für den Bereich Open Data und außerdem Datenschutzbeauftragter und Referent für Forschungsdatenmanagement und Forschungsethik. Als promovierter Psychologe widmet er sich als wissenschaftlicher Mitarbeiter überdies den Forschungsbereichen Talentforschung und Lernen mit Multimedia.



Dr. Silke Rönnebeck

ist am IPN Ansprechpartnerin für den Bereich Open Education. Die promovierte Materialwissenschaftlerin beschäftigt sich als wissenschaftliche Mitarbeiterin am IPN vorwiegend mit Fragen zu Open Educational Resources, Forschendem Lernen und forschungsbasierten Fortbildungen für Lehrkräfte.



tige redundante Arbeiten: Es werden Fragebögen und Testverfahren zu verwandten Fragestellungen immer wieder von verschiedenen Forscherinnen und Forschern neu entwickelt. Hier gibt es noch viel mehr Synergie-Möglichkeiten, die bisher nicht genutzt werden. Darüber hinaus haben wir natürlich auch eine Verantwortung, unsere Daten transparent nach außen offenzulegen. Einfach auch, um überprüfbar zu sein, um klarzumachen: Wir denken uns diese Daten nicht aus. Das sind legitime Forschungsergebnisse. Und jeder, der Interesse daran hat, kann sie überprüfen, kann sie replizieren und kann mit unseren Daten dann gegebenenfalls auch weiter forschen und eigene Forschungsfragen untersuchen. Das ist mittlerweile auf jeden Fall ein Maßstab für gute wissenschaftliche Praxis.

IPN JOURNAL Open Science als Prozess und „Kultur des Teilens“: Wo soll es perspektivisch hingehen, wo sehen Sie Anlässe und Potenzial zur weiteren Zusammenarbeit?

SILKE RÖNNEBECK: Es klang zuvor schon einmal an, Open Education ist ein aktiver Prozess. Er lebt davon, dass Material nicht nur heruntergeladen, sondern für den eigenen Unterricht angepasst und „geteilt“, also wieder hochgeladen und weiterverbreitet wird. Eine solche Kultur des Teilens ist

TIM HÖFFLER: Für den Bereich Open Data muss man ein Stück weit einräumen, dass noch relativ großer Nachholbedarf am IPN besteht. Es müssen noch Strukturen und standardisierte Verfahren aufgebaut werden, beide sind im Moment in der Entwicklung. Forschungsdaten müssen einerseits in internen Strukturen klar und nachvollziehbar für die Zukunft gespeichert, andererseits auch für öffentlich zugängliche Repositorien wie das Forschungsdatenzentrum Bildung aufbereitet werden. Der große Vorteil einer guten Open-Data-Struktur ist vor allem, dass die Daten bzw. die Forschungsergebnisse, die in den zahlreichen Projekten des IPN generiert werden, sicht- und nutzbar gemacht werden für andere Forscherinnen und Forscher im Hause, aber natürlich auch darüber hinaus auf nationaler und internationaler Ebene. Und es gibt immer noch relativ häufig unnö-

noch nicht überall und für jeden selbstverständlich. Das zeigt auch die Literatur zu OER. Während das Herunterladen von Materialien zumeist noch ganz gut funktioniert, findet das Wiederhochladen größtenteils nicht statt. Die Gründe dafür sind vielfältig: fehlende zeitliche Ressourcen, mangelndes Vertrauen, man sieht nicht sofort den direkten persönlichen Nutzen etc. Fakt ist: Solche Vorgänge laufen nicht von alleine ab. Man kann nicht einfach eine Plattform mit gutem Material hinstellen und denken, das funktioniert dann schon. Darum ist es in unserem Projekt eine Idee, den Gedanken von OER mit dem aus der Implementationsforschung bekannten Ansatz von *communities of practice* zusammenzubringen. In diesen *communities of practice* arbeiten Lehrkräfte mit Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktikern zusammen, sie diskutieren über Materialien, passen diese an, probieren sie im Unterricht aus und entwickeln sie gemeinschaftlich weiter. Wir hoffen, dadurch den Prozess von Open Education, das Weiterentwickeln und Teilen von Materialien in Gang zu bringen, zum einen, indem diese Lehrkräfte später als Multiplikatoren wirken, zum anderen, indem wir erste Beispiele dafür zeigen, wie die gemeinschaftliche Weiterentwicklung von Materialien aussehen kann. Schließlich erhoffen wir uns aus der Zusammenarbeit auch Erkenntnisse, wie Lehrkräfte mit OER umgehen, wie sie sie nutzen und anpassen. All das sind Forschungsfragen, die bisher nur wenig untersucht wurden.

IPN JOURNAL Wenn Sie die Entwicklung der Policy Revue passieren lassen – welche Punkte sind Ihnen in bleibender Erinnerung geblieben?

BARBARA SENKBEIL-STÖFFELS: Sehr positiv aus meiner Sicht war die dynamische, ergebnisorientierte und offene Kommunikation, die bei uns allen auch zu einem expliziteren Verständnis der gegenseitigen Open-Science-Verantwortungen geführt hat und die damit die strategische Arbeit im Kollegium produktiv beeinflusst hat. Dieses Verständnis nun mit Leben zu füllen wird im Anschluss eine unserer Aufgaben sein. Eine persönliche Erkenntnis war die Fülle an Kompetenzen im Bereich Open Science hier am Institut, die wir nun bündeln, aber auch erweitern können. Wir haben mit dieser Policy die Chance, ein klares Signal an die Wissenschaft, insbesondere an Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler in Bezug auf offene Wissenschaft zu geben, mögliche Ängste abzubauen, Vorteile aufzuzeigen, Rechtssicherheit zu vermitteln, z.B. in Form von Service-, Informations- und Beratungsangeboten, aber auch mit der Etablierung von unterstützenden Prozessabläufen. Außerhalb des Instituts werden wir die hierbei gesammelten Erfahrungen weiter innerhalb der Leibniz-Gemeinschaft, aber auch in regionalen und thematischen Gremien in die Diskussion und die Weiterentwicklung von Open Science mit einbringen.



Wissenswertes

In eigener Sache

DAS IPN IN DEN SOZIALEN MEDIEN/ONLINE-VERSION DES IPN JOURNALS

Im April dieses Jahres fiel der Startschuss: Das IPN informiert die Öffentlichkeit nun auch in den sozialen Medien. Zunächst haben wir einen Twitter-Kanal eröffnet (https://twitter.com/IPN_Kiel), der auf gute Resonanz stößt: Bereits kurz nach dem Start "folgen" uns mehrere hundert Personen. Es werden noch ein eigener Youtube-Kanal, eine Präsenz auf LinkedIn und bei Instagram eingerichtet. Wer sich also etwas zeitnäher als mit den alle sechs Monate erscheinenden Ausgaben des IPN Journals darüber informieren will, was am IPN läuft, sollte in einen der IPN-Kanäle schauen.



Das IPN Journal erscheint seit der ersten Ausgabe sowohl digital als auch gedruckt. Wir freuen uns, dass mit dieser Ausgabe die digitale Version als blätterbare pdf-Datei im Internet zur Verfügung gestellt werden kann. Das macht es attraktiver, online zu lesen. Die Online-Variante sieht damit genauso schön und professionell gestaltet aus wie die gedruckte Ausgabe. Helfen Sie dem IPN, Kosten für Druck, Verpackung und Porto zu sparen, und melden Sie sich für die elektronische Version an! Sie erhalten jeweils zum Erscheinen einer neuen Ausgabe des IPN Journals eine E-Mail mit dem direkten Link zur Online-Ausgabe. Darüber hinaus bekommen Sie keine weiteren E-Mails von uns, versprochen! Das gute Gewissen, etwas für den Umwelt- und Ressourcenschutz getan zu haben, gibt es dazu. Um das Abonnement von der Druckversion auf die digitale Version umzustellen, genügt eine E-Mail an ipnjournal@leibniz-ipn.de

Bildung für Nachhaltigkeit – große Konferenz für schleswig-holsteinische Schulen



Die schleswig-holsteinische Ministerin für Bildung, Wissenschaft und Kultur Karin Prien bei der Eröffnung der BNE-Konferenz für Schulen.

Apropos Nachhaltigkeit: Kurz bevor alle öffentlichen Veranstaltungen wegen der Corona-Pandemie abgesagt werden mussten, konnten unter der Überschrift „Schule macht Zukunft! – Impulse für ein nachhaltiges Leben“ noch 500 schleswig-holsteinische Schülerinnen und Schüler und Lehrkräfte aller Schularten die Auftaktveranstaltung zum Jahr der Nachhaltigen Bildung an den Schulen Schleswig-Holsteins besuchen. Landesweit nahmen zudem zeitgleich über 700 Schülerinnen und Schüler an verschiedenen Mitmach-Aktionen im Sinne der Bildung für nachhaltige Entwicklung (BNE) teil. Eingeladen hatten das Bildungsministerium sowie das Umweltministerium gemeinsam mit der Kieler Universität und dem IPN.

Bildungsministerin Karin Prien freute sich über das große Interesse an der Veranstaltung. Sie sagte zur Eröffnung der Konferenz: „Klimawandel und Umweltschutz sind aktueller denn je gerade auch für die junge Generation. An den Schulen Schleswig-Holsteins ist die Bildung für Nachhaltigkeit fester Bestandteil der Fachanforderungen und in zahlreichen Fächern fest verankert.“

Im Zeichen des didaktischen Konzeptes Bildung für Nachhaltige Entwicklung (BNE) standen die drei Säulen der Nachhaltigkeit – die ökologische, die ökonomische und die soziale Nachhaltigkeit – im Mittelpunkt der Konferenz. Die 17 von den Vereinten Nationen formulierten Ziele für eine nachhaltige Entwicklung wurden auf der Konferenz in insgesamt 33 Workshops behandelt. An der Vorbereitung und Planung der Veranstaltung waren die Schülerinnen und Schüler beteiligt. Parallel zum Konferenzgeschehen in Kiel wurden überall im Land Aktionen zum Mitmachen angeboten. BNE-Aktive aus den unterschiedlichen Netzwerken boten vor Ort spannende Workshops an. Außerdem konnten die Schulen die Konferenz im Livestream unter https://schleswig-holstein.de/konferenz_bne sowie in den sozialen Medien unter dem Hashtag #bnesh2020 begleiten.

Bildung zu demokratischer Kompetenz: Gutachten des Aktionsrats Bildung

Der Aktionsrat Bildung fordert in seinem neuen Jahresgutachten „Bildung zu demokratischer Kompetenz“, die Vermittlung demokratischer Werte in allen Bildungsphasen stärker in den Mittelpunkt zu stellen. Der Aktionsrat Bildung ist ein Expertengremium renommierter Bildungswissenschaftlerinnen und -wissenschaftler, das sich im Jahr 2005 auf Initiative der vbw – Vereinigung der Bayerischen Wirtschaft e. V. konstituiert hat. Prof. Dr. Olaf Köller, Geschäftsführender Wissenschaftlicher Direktor des IPN, ist Mitglied des Aktionsrats und Co-Autor des Gutachtens.

Das gemeinsame Interesse des Aktionsrats ist es, auf Basis umfassender Expertisen die gegenwärtige Situation im deutschen Bildungssystem zu bewerten. Die Fachleute wollen aktuelle politische Entscheidungen vor dem Hintergrund empirischer Befunde bewerten und der Politik konkrete Handlungsempfehlungen geben. In seinem diesjährigen Gutachten untersucht der Aktionsrat die Bildung zu demokratischer Kompetenz.



Das Gutachten ist online verfügbar: https://vbw-aktionsrat-bildung.de/download/ARB_Gutachten-Web.pdf

MINT Nachwuchsbarometer 2020: Zu viele leistungsschwache Schülerinnen und Schüler im MINT-Bereich

Die derzeitige Corona-Krise führt der Gesellschaft die Relevanz der MINT-Bildung vor Augen: Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler erklären Prinzipien der Virologie und berechnen Modelle zum Verlauf der Pandemie, Unternehmen stellen ihre Produktion auf Medizintechnik und -materialien um – und die schulische Bildung wird in den digitalen Raum verlagert. MINT ist „systemrelevant“, eine nachhaltige Stärkung der MINT-Bildung und des MINT-Nachwuchses ist daher notwendig.

Das MINT Nachwuchsbarometer 2020 von acatech – Deutsche Akademie der Technikwissenschaften und der Körber-Stiftung zeigt, wo Problemstellen liegen und welche Anstrengungen im Bildungssystem für eine qualitativ bessere MINT-Bildung unternommen werden müssen.

Sinkende Leistungen, große Risikogruppe

Seit dem Jahr 2012 sinken die mathematischen und naturwissenschaftlichen Leistungen der 15-Jährigen kontinuierlich. Rund 20 Prozent dieser Altersgruppe zählen zur Risikogruppe, denn sie sind in Mathematik und den Naturwissenschaften nicht auf dem notwendigen Niveau, um ihren Ausbildungsweg in Schule oder Beruf erfolgreich fortzusetzen. Gerade bei Mathematik als Schlüsselqualifikation für viele MINT-Berufe ist dies alarmierend. In Mathematik gibt es zudem einen erheblichen Unterschied zwischen den Bundesländern: So entspricht der Abstand zwischen den Schülerinnen und Schülern der neunten Klasse im leistungsstärksten und -schwächsten Land einer Lerndifferenz von etwa zwei Schuljahren.

Bei der digitalen Bildung fehlen grundlegende Kompetenzen im Umgang mit den digitalen Medien. 33 Prozent aller Schülerinnen und Schüler in der achten Klasse gelten als leistungsschwach. In der Oberstufe wählt nur ein Prozent der Jugendlichen einen Leistungskurs Informatik. Und nur knapp 14 Prozent der Abiturientinnen und Abiturienten können im Netz systematisch nach Informationen suchen und diese hinsichtlich ihrer Glaubwürdigkeit beurteilen.



Das MINT Nachwuchsbarometer 2020 steht online zur Verfügung: https://www.koerberstiftung.de/fileadmin/user_upload/koerberstiftung/redaktion/mint_nachwuchsbarometer/pdf/2020/MINT-Nachwuchsbarometer-2020.pdf

Auf die Lehrkräfte kommt es an: Bedarf in MINT steigt

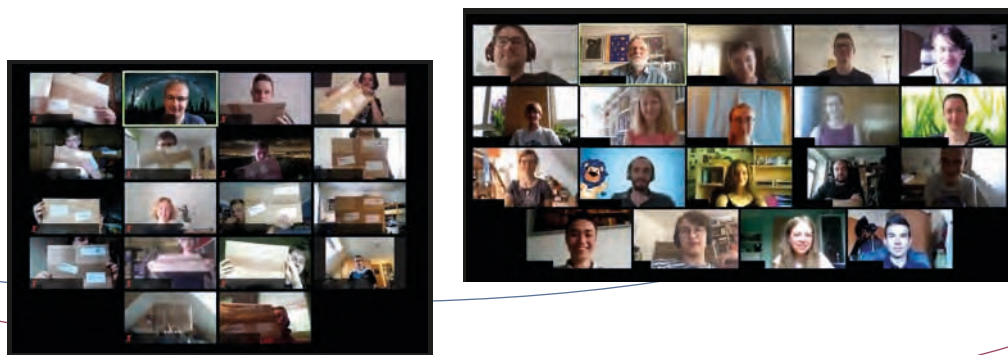
Die Anzahl der Lehramtsstudierenden im MINT-Bereich wächst. So nahmen beispielsweise im Jahr 2018 rund 6800 junge Erwachsene ein Lehramtsstudium im Fach Mathematik auf – und damit rund 1400 mehr als noch im Jahr 2015. Allerdings entschieden sich von allen Lehramtsstudierenden nur zwei Prozent für das Fach Informatik. Es wird also weiterhin zu wenige Informatiklehrkräfte geben. Auf den steigenden Bedarf an MINT-Lehrerinnen und -Lehrern reagieren viele Schulen mit dem Einsatz fachfremder Lehrkräfte: 10 Prozent der Mathematiklehrkräfte unterrichten in der 9. Klasse an Gymnasien, ohne das Fach studiert zu haben, je nach Region fällt diese Zahl noch deutlich höher aus. Eine wichtige Schlüsselrolle kommt daher der Lehrerbildung zu.

MINT als Grundlage für Innovation und Zukunft

„Mit Corona hat die digitale Bildung in diesem Frühjahr einen Boom erlebt, uns wurde aber auch vor Augen geführt, was wir versäumt haben: das schulformübergreifende Einüben grundlegender computer- und informationsbezogener Kompetenzen – sowohl bei Schülerinnen und Schülern als auch bei Lehrkräften. Auch dafür müssen wir dringend in die Ausbildung und Weiterbildung von Lehrkräften im MINT-Bereich investieren und dabei die Fortbildungen für Lehrkräfte auf den Prüfstand stellen: Wirksame Fortbildungen münden in einem messbaren Lernerfolg der Schülerinnen und Schüler“, so Prof. Dr. Olaf Köller vom IPN und Studienleiter des MINT Nachwuchsbarometers.

Digitale Auswahlrunden bei den Schülerwettbewerben

Normalerweise finden die Finalrunden in allen ScienceOlympiaden als Präsenzveranstaltungen statt. Nachdem im Frühjahr 2020 wegen der Corona-Pandemie keine Veranstaltungen mehr durchgeführt werden durften, mussten sich die Geschäftsführerinnen und Geschäftsführer der am IPN angesiedelten Schülerwettbewerbe etwas anderes überlegen. Die Lösung war, die Finalrunden digital zu gestalten. So saßen die Finalistinnen und Finalisten im Auswahlwettbewerb zur Internationalen ChemieOlympiade, BiologieOlympiade und PhysikOlympiade in ihren Zimmern an ihren Laptops und waren virtuell verbunden.



In die Nationalteams, die nun Deutschland in den internationalen Wettbewerben vertreten werden, wurden berufen:



Internationale ChemieOlympiade

Maximilian Mittl, *Carl-Orff-Gymnasium in Unterschleißheim (Bayern)*
Frederik Laurin Walter, *Werner-von-Siemens-Gymnasium in Magdeburg (Sachsen-Anhalt)*
Linus Schwarz, *Landesgymnasium für Hochbegabte in Schwäbisch Gmünd (Baden-Württemberg)*
Tom Erik Steinkopf, *Georg-Cantor-Gymnasium in Halle (Sachsen-Anhalt)*



Internationale BiologieOlympiade

Damian Groß, *Werner-von-Siemens-Gymnasium in Magdeburg (Sachsen-Anhalt)*
Fynn Kessels, *Carl-Zeiss-Gymnasium in Jena (Thüringen)*
Ilka Jaschinski, *Martin-Anderson-Nexö-Gymnasium in Dresden (Sachsen)* und
David Sauer, *Life Science Lab in Heidelberg (Baden-Württemberg)*



Internationale PhysikOlympiade

Franz Loose, *Martin-Anderson-Nexö-Gymnasium in Dresden (Sachsen)*
Tobias Messer, *Martin-Anderson-Nexö-Gymnasium in Dresden (Sachsen)*
Maximilian Hauck, *Elisabeth-Langgässer-Gymnasium in Alzey (Rheinland-Pfalz)*
Janek Darowski, *Carl-Friedrich-Gauß-Gymnasium in Frankfurt (Oder) (Brandenburg)*
Richard Wohlbold, *Landesgymnasium für Hochbegabte in Schwäbisch Gmünd (Baden-Württemberg)*

Die nationalen Auswahlrunden zu den ScienceOlympiaden werden vom IPN in Zusammenarbeit mit den Kultusministerien der Länder und mit finanzieller Unterstützung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung organisiert und durchgeführt.



BundesUmweltWettbewerb

Vom Wissen zum nachhaltigen Handeln

Die Jury des BundesUmweltWettbewerbs tagte virtuell

Bis zum Einsendeschluss am 15. März 2020 wurden in der aktuellen Runde des BundesUmweltWettbewerbs (BUW) knapp 350 Projektarbeiten von über 1200 Jugendlichen mit Interessen in den Bereichen Umwelt und nachhaltige Entwicklung eingereicht. Nach einer ersten Begutachtung aller Projektarbeiten durch die BUW-Jury wurden Teilnehmende aus 17 ausgewählten Projekten eingeladen, während der diesjährigen Jurytagung, die am 19. Juni 2020 stattfand, mit den Jurorinnen und Juroren über ihre Projekte zu diskutieren. Aufgrund der Corona-Pandemie und der damit verbundenen Kontakteinschränkungen wurde die Tagung zum ersten Mal in der Geschichte des BUW ausschließlich virtuell durchgeführt.



Die eingeladenen BUW-Teilnehmenden hatten im Vorfeld der Jurytagung Präsentationen über ihre Projekte in Form von selbstgedrehten Videos eingereicht, über die sie dann während der Tagung in Videokonferenzen mit den Jurymitgliedern diskutieren konnten. So konnte die Jury trotz der Umstände auch in diesem Jahr die besten BUW-Projekte auswählen. Die Bekanntgabe, welche dies sind, wird spätestens am 19. September 2020 erfolgen.

Der jährlich ausgeschriebene BUW zeichnet Schülerinnen und Schüler bzw. junge Erwachsene aus dem gesamten Bundesgebiet aus, die mit ihren Projekten Ursachen von Umweltproblemen auf den Grund gehen und diesen Problemen mit Kreativität und Engagement gemäß dem Wettbewerbsmotto „Vom Wissen zum nachhaltigen Handeln“ entgegentreten.

Der BUW wird vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert und vom IPN, dem Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik in Kiel, organisiert und durchgeführt. Der Wettbewerb wird von der Kultusministerkonferenz (KMK) empfohlen.

.....

IPN · Journal

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

Abonnieren Sie das
IPN · Journal kostenlos!

ipjournal@leibniz-ipn.de
www.ipn.uni-kiel.de/de/publikationen/ipn-journal

HERAUSGEBER



© 2020

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*
Dr. Uwe Lemburg, *Geschäftsführender
Administrativer Direktor (kommissarisch)*
Prof. Dr. Ute Harms, *Direktorin*
Prof. Dr. Aiso Heinze, *Direktor*
Prof. Dr. Oliver Lüdtko, *Direktor*
Prof. Dr. Knut Neumann, *Direktor*
Prof. Dr. Ilka Parchmann, *Direktorin*

REDAKTION

Margot Janzen, Knut Neumann,
Ute Ringelband
ipjournal@leibniz-ipn.de
T 0431 880-3122

DESIGN/ GESTALTERISCHES KONZEPT/SATZ

Emanuel Kaiser / IPN, Selina Schnetger / IPN,
Jan Uhing / IPN, Karin Vierk / IPN

LEKTORAT

Birgit Hellmann, Beate von der Heydt

DRUCK

nndruck, Kiel

BILDNACHWEISE

Alle Bildrechte liegen beim IPN bis auf
folgende:

S. 9 ©yanalya / Freepik; S. 10 ©Prostock-
studio – stock.adobe.com; S. 16 ©Thomas
Roese; S. 17 Quelle: [https://commons.
wikimedia.org/wiki/File:Solar_dish_at_
Ben-Gurion_National_Solar_Energy_
Center_in_Israel.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Solar_dish_at_Ben-Gurion_National_Solar_Energy_Center_in_Israel.jpg), David Shankbone, CC
BY 3.0, Bild wurde bearbeitet; S. 18 ©Aleh
Varanishcha – stock.adobe.com; S. 24 / 25
©contrastwerkstatt – stock.adobe.com;
S. 33 ©Dario Spagnolo – stock.adobe.com;
S. 48 ©123levit – stock.adobe.com;
S. 55 ©iStock.com/RealPeopleGroup

ERSCHEINUNGSWEISE

Das **IPN · Journal** erscheint zweimal im Jahr.
Es wird Interessierten kostenfrei zugesandt,
schicken Sie bitte hierfür eine E-Mail an
untenstehende Adresse.

Bitte teilen Sie uns mit, wenn Sie das
IPN · Journal nicht mehr als gedruckte Aus-
gabe zugeschickt bekommen und es nur
noch online lesen möchten. Wir informieren
Sie dann per E-Mail, wenn jeweils die neue
Ausgabe im Netz steht.

ipjournal@leibniz-ipn.de

ISSN-NR.

2511-9109

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

Das **IPN · Journal** wird auf einem FSC-
zertifizierten und mit dem EU Ecolabel
ausgezeichneten Naturpapier gedruckt
und ohne Folienverpackung versandt.



IPN
Leibniz-Institut für die Pädagogik der
Naturwissenschaften und Mathematik

Leibniz
Leibniz
Gemeinschaft