

IPN –Podcast „Forschung für Bildung“ – Skript – Folge 8

Die Mathematik steht natürlich nicht für sich alleine, sondern befindet sich in stetiger Wechselwirkung mit anderen Fächern. Wie genau solche Wechselwirkungen aussehen können und ob die Mathematik sogar ungewollte Auswirkungen auf Fördermaßnahmen in anderen Fächern haben kann, darauf gehen wir in der heutigen Folge genauer ein.

Intro-Musik

David Drescher:

Und damit herzlich Willkommen bei Folge 8 von „Forschung für Bildung“, dem Podcast des Leibniz-Instituts für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik in Kiel – kurz IPN. Mein Name ist David Drescher und ich arbeite am IPN im Bereich Öffentlichkeitsarbeit und digitale Wissenschaftskommunikation.

Unser Podcast beschäftigt sich mit dem Lehren und Lernen im Fach Mathematik. Und ich habe es eingangs bereits kurz angeschnitten: in dieser Folge widmen wir uns der interessanten Frage, inwiefern das Mathematiklernen auch für andere Schulfächer relevant ist. Wir sehen uns dazu das Fach Physik an und analysieren dabei auch, ob die Mathematik eventuell eine ungünstige Rolle bei Fördermaßnahmen für talentierte Schülerinnen und Schüler haben kann.

Nachgehen werde ich dieser Frage heute zusammen mit meinen drei Gästen und das sind zum einen Dr. Irene Neumann und Dr. Eva Treiber. Frau Neumann, stellen Sie sich doch bitte kurz vor.

Irene Neumann:

Gerne. Mein Name ist Irene Neumann, ich bin von Haus aus Physikdidaktikerin und als Forschungsgruppenleiterin in der Abteilung Didaktik der Mathematik am IPN tätig. Einer meiner Forschungsschwerpunkte befasst sich mit der Rolle der Mathematik für das Physiklernen.

David Drescher:

Herzlich Willkommen, Frau Neumann! Frau Treiber?

Eva Treiber:

Mein Name ist Eva Treiber und ich bin Postdoktorandin in der Mathematikdidaktik an der Universität Bamberg. Vorher war ich in der Abteilung Didaktik der Mathematik am IPN Kiel tätig und habe dort meine Doktorarbeit über die Rolle der Mathematik in der PhysikOlympiade geschrieben.

David Drescher:

Auch Sie heiße ich herzlich Willkommen. Als Dritter in der Runde ist wieder mit dabei Prof. Dr. Aiso Heinze, Direktor der IPN-Abteilung Didaktik der Mathematik. Er ist einer der wissenschaftlichen Köpfe hinter dem Podcast. Herzlich Willkommen, Herr Heinze!

Aiso Heinze:

Hallo und auch von mir ein herzliches Willkommen an alle Zuhörerinnen und Zuhörer.

David Drescher:

Heute soll es also darum gehen, inwieweit Schülerinnen und Schüler mathematische Kompetenzen für das Lernen anderer Disziplinen benötigen und wir sehen uns dazu das Fach Physik an. Herr Heinze, können Sie uns noch einmal kurz erläutern, inwiefern die Mathematik überhaupt eine wichtige Rolle für die Physik oder auch für andere Fächer spielt?

Aiso Heinze:

Mathematik ist eine Grundlage für viele andere Disziplinen. In vielen Fächern kann man die Bedeutung der Mathematik vergleichen mit der Bedeutung der Sprache, also dem Lesen und Schreiben. Ohne Mathematik können Ergebnisse vieler Disziplinen nur sehr eingeschränkt dargestellt und weiterentwickelt werden.

David Drescher:

Das klingt zunächst sehr abstrakt. Frau Neumann, können Sie das am Beispiel der Physik konkretisieren?

Irene Neumann:

Ja, natürlich. Im Grunde kann man sagen, dass Mathematik die Sprache der Physik ist. Damit ist gemeint, dass sich physikalische Zusammenhänge und Zustände mithilfe mathematischer Begriffe und Modelle exakt beschreiben und vorhersagen lassen. Wenn Sie beispielsweise die Durchschnittsgeschwindigkeit eines Gegenstandes bestimmen wollen, also wie schnell er sich von einem Ort zu einem anderen bewegt hat, dann können Sie das mathematisch durch den Bruch „Wegstrecke geteilt durch Zeitspanne“ bestimmen. Etwas komplizierter wird es bei der Momentangeschwindigkeit, also der Geschwindigkeit des Gegenstandes zu einem bestimmten Zeitpunkt während der Bewegung. Dafür benötigen Sie mathematisch den Grenzwert- und den Ableitungsbegriff. Und wenn Sie schließlich eine Bewegung im Rahmen der Relativitätstheorie betrachten möchten, benötigen Sie sogar vierdimensionale Vektoren.

Aiso Heinze:

Natürlich kann man physikalische Zusammenhänge bis zu einem gewissen Grad auch ohne Mathematik beschreiben. Man bleibt dann allerdings zumeist auf der Ebene qualitativer Zusammenhänge, wie etwa, dass der Mond um die Erde kreist und nicht wegfliegt, da er durch die Erdanziehungskraft auf der Bahn gehalten wird, oder dass Sie umso mehr Kraft aufwenden müssen, ein Gummiband zu strecken, je weniger elastisch es ist. In der Physik geht es ja aber darum, Phänomene so exakt wie möglich zu beschreiben und Zustände vorherzusagen. Zum Beispiel die Frage: Wie schnell und wie schwer dürfen Objekte sein, damit sie noch stabil um die Erde kreisen. Um also physikalische Größen und ihre Beziehungen untereinander exakt bestimmen zu können, was ja ein wesentlicher Punkt bei Berechnungen in der Physik ist, ist die Mathematik unverzichtbar.

David Drescher:

Ich verstehe, ohne Mathematik gäbe es also gar keine Physik.

Irene Neumann:

Na ja, doch schon. Der berühmte Apfel, der Newton auf den Kopf gefallen sein soll, wird ja oft als angebliche Initialzündung für das physikalische Konzept der Gravitation genannt. Diese erste Idee der Gravitation funktioniert auch ohne Mathematik. Aber Fragen wie zum

Beispiel „Wie schnell fällt er?“, „Wie verändert sich die Geschwindigkeit im Fall?“, „Wie stark sind der Einfluss von Masse oder Luftwiderstand auf die Geschwindigkeit?“ sind Fragen, die man kaum ohne Mathematik beantworten kann.

Aiso Heinze:

Generell kann man sagen, dass die Mathematik in der Physik zum einen die Rolle als Werkzeug hat, um Berechnungen möglich zu machen. Man modelliert also ein natürliches Phänomen mit einem physikalischen Modell, indem man physikalische Begriffe wie Energie, Geschwindigkeit, Masse, Kraft o. ä. nutzt. Dann modelliert man das physikalische Modell mit mathematischen Begriffen und kann danach quasi losgelöst vom physikalischen Kontext mit den Regeln der Mathematik z. B. eine Größe in einem bestimmten Zustand berechnen. Das Ergebnis übersetzt man wieder in das physikalische Modell, um das beobachtete Phänomen zu erklären oder gewisse Zustände zu beschreiben. Neben dieser Rolle als Werkzeug hat die Mathematik aber noch eine zweite wichtige Rolle. Mathematische Modelle stellen generell einen Rahmen für physikalische Modelle dar und haben somit eine Struktur-gebende Funktion. Das heißt, dass mathematische Modelle die Entwicklung neuer physikalischer Modellierungen beeinflussen können. Vereinfacht gesagt, Physikerinnen und Physiker denken oft in mathematischen Modellen.

David Drescher:

Können Sie dazu ein einfaches Beispiel nennen?

Irene Neumann:

Ja, nehmen Sie an, Sie stehen an einer weißen Wand und zielen mit einem Laserpointer schräg auf einen großen Spiegel, der einige Meter vor Ihnen steht. Der reflektierte Laserstrahl zeigt sich als Leuchtpunkt auf der weißen Wand etwas neben Ihnen. Wenn Sie mit dem Laserpointer etwas mehr oder weniger schräg auf den Spiegel zielen, wird der gespiegelte Leuchtpunkt näher oder weiter von ihnen entfernt neben Ihnen auf der Wand zu finden sein. Das ist ein Phänomen, das ohne Mathematik beschrieben werden kann. Durch die Brille der Physik würde man dieses Phänomen in ein idealisiertes mathematisch-physikalisches Modell übersetzen: Der Spiegel wird als Ebene modelliert, der Laserstrahl als geometrische Strecke, die auf einen Punkt dieser Ebene trifft. An diesem Punkt beginnt dann eine zweite Strecke, nämlich der gespiegelte Laserstrahl. Beide Strecken bilden Winkel mit der Ebene, die in der Physik Einfallswinkel und Ausfallswinkel genannt werden. Und man kann dann als physikalische Regel herausfinden, dass der Ausfallswinkel genauso groß wie der Einfallswinkel ist. Die geometrischen Begriffe - und hier insbesondere der Winkelbegriff - geben also vor, wie das physikalische Phänomen untersucht und beschrieben und wie das Gesetz formuliert wird.

David Drescher:

OK, ich verstehe, dass die Mathematik damit auch eine große Rolle spielt, um das physikalische Denken zu rahmen, und Phänomene in der Physik damit überhaupt erst zugänglich für eine physikalische Untersuchung gemacht werden. Herr Heinze, damit erscheint aber doch klar zu sein, dass man erst Mathematik lernen muss, um danach Physik lernen zu können, oder nicht?

Aiso Heinze:

Hier kommen wir einerseits in den Bereich der Physikdidaktik, indem wir uns fragen, ob man nicht doch physikalische Phänomene im Unterricht ohne oder nur mit sehr

elementarer Mathematik betrachten kann. Unabhängig davon kommt aus mathematikdidaktischer Sicht noch die Frage hinzu, inwieweit eine möglicherweise geringe Motivation in Bezug auf Mathematik das Physiklernen behindern könnte.

David Drescher:

Sie meinen also, dass im Extremfall physikinteressierte Schülerinnen und Schüler möglicherweise aufgrund der Mathematik von der Physik abgeschreckt werden könnten?

Irene Neumann:

Ja, genau. Grundsätzlich sind Schülerinnen und Schüler ja schon in jungen Jahren an natürlichen Phänomenen und ihrer Erklärung interessiert, z.B. warum sinkt ein Stein im Wasser zu Boden, ein viel schwereres Schiff aber schwimmt. Wenn man jetzt einen stark mathematischen Zugang zur Physik wählt und alles gleich quantifiziert, d. h. die physikalischen Zusammenhänge allein mit Hilfe mathematischer Begriffe darstellt, kann dies einerseits das Verständnis der Physik und andererseits das Interesse an Physik bei einem Teil der Lernenden beeinträchtigen.

Aiso Heinze:

Ja, das ist die potenzielle Gefahr. Es ist aber erst einmal eine offene Frage, ob das so ist. Wenn es so ist, dann kann das eventuell zu unerwarteten und nicht beabsichtigten Effekten führen.

David Drescher:

Welche Effekte wären das zum Beispiel?

Irene Neumann:

Zum Beispiel, dass bei einer Fördermaßnahme für talentierte und physikinteressierte Schülerinnen und Schüler, die Jugendlichen bei den Physikaufgaben an der Mathematik scheitern und denken, dass sie nicht gut genug in Physik sind. Die Fördermaßnahme hätte dann das Gegenteil von dem erreicht, was sie eigentlich beabsichtigt.

David Drescher:

Das wäre in der Tat sehr ineffektiv, wenn gerade durch die Talentförderung Physik der gute Physik-Nachwuchs abgeschreckt wird. Gibt es denn Studien dazu, ob dieses Problem auftritt?

Aiso Heinze:

Inzwischen ja, da Frau Treiber diese Frage im Rahmen ihrer Promotion untersucht hat.

David Drescher:

Da interessiert mich natürlich, was Sie herausgefunden haben, Frau Treiber. Aber vielleicht zunächst einmal: Wie haben Sie diese Frage überhaupt untersucht?

Eva Treiber:

Ich habe drei Studien durchgeführt. In der ersten Studie habe ich zunächst analysiert, ob die zuvor genannte Problematik überhaupt auftritt, also ob bei der Talentförderung zu hohe mathematische Anforderungen vorkommen. Dazu habe ich mir die PhysikOlympiade¹

¹ PhysikOlympiade als Eigenname schreibt sich ohne Bindestriche, s. <https://www.scienceolympiaden.de/ipho>

genauer angesehen, die ja international eine der wichtigsten Fördermaßnahmen für talentierte und interessierte Schülerinnen und Schüler ist.

David Drescher:

Würden Sie für unserer Zuhörer*innen noch einmal kurz erläutern, was die PhysikOlympiade ist?

Irene Neumann:

Die PhysikOlympiade funktioniert ähnlich wie die Olympiade im Sport. In jedem Land wird eine Auswahl der besten Personen ermittelt und die treten dann in Physik gegeneinander an. Da gibt es dann Gold-, Silber- und Bronze-Medaillen.

Eva Treiber:

Genau, für mich war aber nicht die eigentliche Olympiade wichtig, sondern die Vorauswahl in Deutschland, bei der es vier Auswahlrunden gibt. Hier ist gerade die erste Auswahlrunde von Interesse, da daran ca. 1000 Schülerinnen und Schüler teilnehmen, von denen es zwischen 300-600 in die zweite Runde schaffen. Es geht hier also schon um eine große Anzahl an Jugendlichen, die besonders gute Leistungen in Physik zeigen.

David Drescher:

Alles klar. Diesen Physiknachwuchs sollte man natürlich tunlichst nicht abschrecken. Mir stellt sich hier eine praktische Frage: Wie kommt man denn an diese Gruppe heran für eine Studie? Die Teilnehmenden sind ja in ganz Deutschland verteilt, oder?

Aiso Heinze:

Ja, das ist richtig. Wir haben hier einen Heimvorteil, da die nationalen Auswahlrunden vom IPN organisiert werden.

David Drescher:

Verstehe. Frau Treiber, dann hatten Sie direkten Zugriff auf die Jugendlichen für Ihre Studie?

Eva Treiber:

Na ja, so einfach geht das nicht. Es gibt in der empirischen Forschung ethische Regeln und Datenschutzregeln. Wir können ja nicht einfach heimlich Daten von den Jugendlichen sammeln, ohne dass sie wissen, was wir damit machen. Es haben sich auf Anfrage aber zum Glück eine ganze Menge der Teilnehmenden freiwillig bereit erklärt, bei meiner Studie mitzumachen. Allerdings war die Befragung der Jugendlichen ja erst der zweite Schritt in meiner Arbeit.

David Drescher:

Und was war der erste Schritt?

Eva Treiber:

Als erstes habe ich die Aufgaben der nationalen Auswahlrunden in Deutschland analysiert. Und zwar habe ich die Musterlösungen von allen Aufgaben aller vier Auswahlrunden aus den Jahren 2013-2016 hinsichtlich ihrer mathematischen Anforderungen untersucht. Das waren insgesamt 257 Aufgaben, in denen ich 205 verschiedene mathematische Anforderungen identifizieren konnte und für diese konnte ich dann prüfen, ob bzw. wann die zugehörige Mathematik in der Schule behandelt wird.

David Drescher:

Ich stelle mir das so vor, dass da eine komplizierte Physikaufgabe ist, z.B. irgendwas mit Elektrizität oder physikalischen Kräften, und Sie haben nachgesehen, welche Mathematik man wissen muss, um die Aufgabe zu lösen. Lässt sich das denn präzise und sicher feststellen? Wenn jemand anders als Sie die Aufgaben analysiert hätte, dann würden doch vielleicht nicht dieselben Einschätzungen zu den mathematischen Anforderungen herauskommen, oder?

Eva Treiber:

Stimmt, die Frage, wie objektiv die Zuordnungen denn sind, ist durchaus berechtigt. Deswegen haben wir zur Prüfung einen Teil der Aufgaben nochmal von einer unbeteiligten Person einschätzen lassen. Die Übereinstimmung lag bei 97%, so dass wir von einer hinreichenden Objektivität ausgehen können.

David Drescher:

Alles klar. Wie sind denn jetzt die mathematischen Anforderungen der Physikaufgaben einzuordnen?

Eva Treiber:

Erst einmal ergab sich, dass nur 7 der 257 Aufgaben keine mathematischen Anforderungen enthielten. Das heißt, dass die Mathematik in der PhysikOlympiade eine sehr große Rolle spielt. Dann gab es einige wenige Anforderungen, die jedes Jahr in jeder Auswahlrunde vorkamen. Dies waren in der Regel Inhalte aus dem Mathematikcurriculum der Sekundarstufe I. Schließlich gab es Anforderungen, die im Mathematikunterricht erst in der Oberstufe behandelt werden oder sogar gar nicht im Schulcurriculum stehen, wie etwa ein Spezialfall der Taylor-Reihe. Dies passierte nicht oft, aber gelegentlich schon in der ersten Auswahlrunde und häufiger in den höheren Runden. Wenn man bedenkt, dass auch schon Jugendliche aus der Sekundarstufe I an der PhysikOlympiade teilnehmen, so haben die es natürlich deutlich schwerer, wenn mathematische Begriffe und Aussagen vorkommen, die erst in der Oberstufe dran sind.

Irene Neumann:

Insgesamt zeigt sich bei der Analyse von Frau Treiber damit, dass die Aufgaben der Physikolympiade durchaus Risikopotenzial aufweisen, und zwar dahingehend, dass Jugendliche aufgrund der mathematischen Anforderungen an den Physikaufgaben scheitern könnten. Anzumerken ist allerdings, dass seitens der Organisation der PhysikOlympiade ein Katalog mit mathematischen Inhalten bereitgestellt wird, den die Jugendlichen vorher zum Üben verwenden können.

David Drescher:

Ich verstehe. Dennoch besteht ja die Gefahr, dass die physikinteressierten Jugendlichen aufgrund der Mathematik scheitern und denken könnten, dass sie nicht gut genug in Physik sind.

Aiso Heinze:

Ja. Verstärkt wird da noch durch ein weiteres Ergebnis von Frau Treiber. Und zwar wurde die Mathematik bei 90% der Aufgaben vollständig oder teilweise in einer Strukturgebenden Rolle verwendet und nur bei 10% der Aufgaben hatte sie die alleinige Rolle des

Rechenwerkzeugs. In der Forschungsliteratur wird beschrieben, dass die Struktur-gebende Rolle der Mathematik im Physikunterricht oft nicht explizit thematisiert wird. Entsprechend fällt es Schülerinnen und Schülern besonders schwer, wenn sie Mathematik in dieser Funktion selbst anwenden sollen.

David Drescher:

Damit ist das Risiko also doch größer, dass die physikinteressierten Jugendlichen Probleme mit der Mathematik in den Physikaufgaben haben. Frau Treiber, haben Sie denn in Ihrer Forschung nun solche negativen Effekte gefunden? Beziehungsweise, ich formuliere die Frage mal bewusst überspitzt: Schadet die PhysikOlympiade aufgrund der enthaltenen mathematischen Anforderungen bei der Physikförderung?

Eva Treiber:

Ich habe mir dazu das Selbstkonzept der Teilnehmenden der ersten Auswahlrunde angesehen und zwar vor und nach der Auswahlrunde. Dabei habe ich untersucht, ob es Unterschiede in der Entwicklung gibt zwischen den Jugendlichen, die in der ersten Runde erfolgreich waren, und denen, die in der ersten Runde gescheitert sind. Eine zentrale Variable ist hierbei die Attribution des Erfolgs bzw. Misserfolgs.

David Drescher:

Da kommen jetzt einige Fachwörter vor. Können Sie kurz sagen, was mit Selbstkonzept und Attribution gemeint ist?

Eva Treiber:

Ja, natürlich. Das Selbstkonzept Physik einer Person ist die Einschätzung der eigenen physikalischen Kompetenz. Dies wird per Fragebogen erhoben, indem die Person verschiedene Aussagen wie z.B. „Ich bin gut in Physik.“ bewertet. Die Attribution im Falle von Erfolg oder Misserfolg ist die subjektive Erklärung, warum man erfolgreich war oder gescheitert ist. Wenn eine Person also an einer Aufgabe scheitert und sich sagt, dass man an diesem Tag einfach schlecht drauf war oder dass diesmal leider nur sehr schwere Aufgaben vorkamen, dann wird diese Person eher nicht an der eigenen Kompetenz zweifeln und das Selbstkonzept wird nicht sinken. Diese Attributionen nennt man deshalb auch selbstwertdienlich. Wenn aber eine Person ihren Misserfolg auf mangelnde Fähigkeit attribuiert und sich sagt, „Ich bin halt nicht gut genug in Physik.“, dann wird bei dieser Person das Selbstkonzept eher sinken.

David Drescher:

Das klingt einleuchtend. Die Frage ist also, wie die Jugendlichen, die in Runde 1 der PhysikOlympiade scheitern, ihren Misserfolg selbst erklären und ob dies dazu führt, dass sie sich selbst dann als weniger kompetent in Physik ansehen als vor der ersten Runde.

Eva Treiber:

Genau. Wir haben dabei gefragt, ob und wie der Erfolg bzw. Misserfolg in der ersten Auswahlrunde auf mathematische und physikalische Anforderungen attribuiert werden. Eine unserer Ausgangsfragen war ja, ob im Falle des Misserfolgs eventuell auf die Mathematik attribuiert wird.

Bei meiner Studie haben 171 Teilnehmende der PhysikOlympiade mitgemacht, davon sind 73 in der ersten Auswahlrunde gescheitert und 98 waren erfolgreich in die zweite Runde gekommen. Alle Jugendlichen haben vor und nach der ersten Auswahlrunde Angaben zu

ihrem Selbstkonzept in Mathematik und Physik gemacht. Außerdem haben sie nach der ersten Runde noch zusätzlich in einem Attributionsfragebogen angegeben, welche Ursachen sie für ihren Misserfolg oder Erfolg sehen.

David Drescher:

Ok, und was ist jetzt herausgekommen?

Eva Treiber:

Die Teilnehmende, die erfolgreich waren, haben dies ganz wesentlich auf ihre physikalische und mathematische Fähigkeit zurückgeführt sowie ein wenig auf die Anstrengung in bei den physikalischen Anforderungen.

David Drescher:

Und wie sieht es bei denen aus, die gescheitert sind?

Eva Treiber:

Die Jugendlichen haben ihren Misserfolg so gut wie gar nicht auf ihre mathematischen Fähigkeiten zurückgeführt, aber auch kaum auf ihre physikalischen Fähigkeiten. Es war in den Antworten eine leichte Tendenz Richtung Zufall erkennbar, also dass man diesmal Pech oder einen schlechten Tag gehabt hat. Auch gab es eine kleine Tendenz, dass die Aufgaben dieses Mal sehr schwierige physikalische Lösungen benötigten, allerdings wurde nicht wahrgenommen, dass die Aufgaben schwierige Mathematik erforderten.

David Drescher:

Ich verstehe. Für mich klingt positiv, das heißt, dass die Mathematik in der PhysikOlympiade erst einmal nicht das Problem ist, oder?

Eva Treiber:

Ja, das wäre auch die Interpretation, die wir uns als Ergebnis wünschen. Es zeigte sich auch, dass es kaum eine Veränderung des Selbstkonzepts in Physik durch Erfolg oder Misserfolg in der ersten Runde gab. Die Attributionen waren in beiden Fällen selbstwertdienlich, d.h. Erfolg wurde auf die eigene physikalische Fähigkeit und Misserfolg gerade nicht auf mangelnde physikalische Fähigkeit zurückgeführt.

Die offene Frage ist allerdings, ob die Jugendlichen überhaupt Physik und Mathematik in den Aufgaben trennen können oder ob sie die Mathematik in den Physikaufgaben gar nicht als Mathematik, sondern als Teil der Physik wahrnehmen. In diesem Fall wären die Daten, die wir erhoben haben, eventuell nicht so aussagekräftig, wie wir gedacht haben.

David Drescher:

Kann so etwas denn passieren? Die Jugendlichen sind doch schon jahrelang zur Schule gegangen und wissen, was Physik und was Mathematik ist.

Aiso Heinze:

Na ja, was rein fachlich unterscheidbar ist, kann im Kopf der Schülerinnen und Schüler stark integriert sein. Das Phänomen wurde ja schon in der Podcast-Folge 6 angesprochen, als es um die Mathematik in der Ausbildung ging. Wenn in der Optik Einfallswinkel gleich Ausfallswinkel gilt, muss man nicht unbedingt an Geometrie denken, sondern hält es halt für Optik und damit für Physik.

David Drescher:

Ja, das klingt plausibel. Kann man denn irgendwie prüfen, ob die Jugendlichen die Mathematik in den Physikaufgaben wirklich als Mathematik wahrnehmen?

Aiso Heinze:

Natürlich, Frau Treiber hat sie einfach gefragt.

Eva Treiber:

Wir hatten in unserem Fragebogen zur Absicherung eine Frage dazu eingebaut: „Wie viel Mathematik steckt deiner Einschätzung nach in den Aufgaben der PhysikOlympiade?“ Die Jugendlichen sollten dies mittels einer Prozentangabe angeben. Die meisten Antworten lagen im Bereich 30-80%, der Mittelwert lag bei 57%. Die Jugendlichen in unserer Stichprobe haben also einen deutlichen Mathematikanteil in den Aufgaben wahrgenommen.

David Drescher:

Alles klar. Insgesamt ist mit den Ergebnissen der Studien dann doch klar, dass die Mathematik in den Aufgaben kein großes Problem darstellt. Es ist also eher nicht so, dass Physik-begabte Schülerinnen und Schüler durch das Förderangebot PhysikOlympiade abgeschreckt werden, weil die mathematischen Anforderungen zu schwer sind. Was kann denn die Praxis daraus lernen? Eigentlich kann doch alles so bleiben, wie es ist, oder?

Irene Neumann:

Also, die berichteten Ergebnisse von Frau Treiber beziehen sich zunächst nur auf die erste Auswahlrunde und ab der zweiten Auswahlrunde sind die mathematischen Anforderungen noch etwas höher. Generell gehen wir aber davon aus, dass die mathematischen Anforderungen die Teilnehmenden nicht negativ beeinflussen. Dennoch ist es für die Kolleginnen und Kollegen, die im Bereich der Talentförderung Physik tätig sind, wichtig, dass sie sich des Problems bewusst sind. Physiklehrkräfte, die ihren begabten Schülerinnen und Schülern eine Teilnahme an der PhysikOlympiade empfehlen, sollten auf immer auf die Zusatzmaterialien zur Mathematik in der PhysikOlympiade hinweisen.

David Drescher:

OK. Was mich noch interessiert: Die Bedeutung der Mathematik für die Physik ist ja nicht nur in der PhysikOlympiade relevant, sondern auch im ganz normalen Physikunterricht. Wie sieht es denn da aus? Die Studie von Frau Treiber hat ja gezeigt, dass sich die Teilnehmenden der PhysikOlympiade nicht durch die hohen mathematischen Anforderungen von der Physik abbringen lassen. Hier könnte man jetzt argumentieren, dass diejenigen so gut in Physik sind, dass sie kaum zu erschüttern sind. Könnte das nicht wiederum bei Jugendlichen, die weniger Physik-begabt sind, ganz anders aussehen?

Irene Neumann:

Ja, diese Frage hat uns auch interessiert. Weist das Selbstkonzept der Physik-Olympioniken vielleicht eine besonders hohe Stabilität auf, was bei den anderen Schülerinnen und Schülern, die keine besondere Physikbegabung haben, vielleicht nicht so ist? Dann könnte es also im Physikunterricht den ungünstigen Mathematikeinfluss geben, den wir in der PhysikOlympiade nicht gefunden haben. Frau Treiber hat dazu eine weitere Studie mit Schülerinnen und Schülern aus drei Schulen gemacht.

David Drescher:

Wie haben Sie das gemacht, Frau Treiber? Normale Jugendliche nehmen ja im Physikunterricht nicht an Physikwettbewerben teil, in denen sie scheitern können.

Eva Treiber:

Ja, das ist richtig. Entsprechend musste ich mir einen anderen Zugang überlegen. Wir haben 215 Schülerinnen und Schüler der Klassenstufen 7-12 gebeten, sich an die letzte Situation im Physikunterricht zu erinnern, in der sie erfolgreich waren. Diese sollte sie zuerst benennen und auf einer 10-Punkte-Skala angeben, welche Bedeutung die Mathematik in dieser Situation hatte. Dann wurden sie gebeten, einen Attributionsfragebogen ausfüllen, der analog zu dem aus meiner vorherigen Studie aufgebaut war. Damit konnten wir erfassen, worauf sie ihren Erfolg zurückgeführt haben. Danach sollte das Gleiche gemacht werden für die letzte Situation im Physikunterricht, in der sie gescheitert sind. In der Regel haben die Schülerinnen und Schüler sich an gute oder schlechte Noten in Klassenarbeiten erinnert oder an schwere Aufgaben oder Fragen im Physikunterricht, die sie beantworten konnten oder nicht.

David Drescher:

Ein interessanter Ansatz. Zeigten denn die Schülerinnen und Schüler das gleiche Verhalten wie die Teilnehmenden der PhysikOlympiade?

Eva Treiber:

Erst einmal konnte ich feststellen, dass die wahrgenommene Bedeutung der Mathematik in der Physik aus Sicht der Schülerinnen und Schüler zunahm, je fortgeschrittener der Physikunterricht war – egal, ob es sich um Erfolgs- oder Misserfolgssituationen handelte. In der Oberstufe wurde der Mathematik viel mehr Relevanz in den erinnerten Situationen zugewiesen als in den ersten Jahren, in denen Physik unterrichtet wurde.

Dies spiegelte sich auch in den Attributionen wieder, wenn es um die erfolgreichen Situationen ging. Hier haben die Oberstufenschülerinnen und -schüler ihren Erfolg verstärkt darauf zurückgeführt, dass die Mathematik in den physikalischen Situationen einfach war. Im Fall der Misserfolgssituationen war es so, dass keine klare Ursachenzuschreibung identifiziert werden konnte. Es gab leichte Tendenzen zu physikalischen Aspekten der Misserfolgssituationen, die mathematikbezogenen Attributionen spielten dagegen keine Rolle.

David Drescher:

Das heißt im Endeffekt, dass die Situation im Vergleich zu den Teilnehmenden der PhysikOlympiade nicht substantiell anders war, oder?

Irene Neumann:

Ja, das kann man so sehen. Unsere Ergebnisse weisen - vereinfacht gesagt – darauf hin, dass die mathematischen Anforderungen im Physikunterricht keine große Bedeutung bei den wahrgenommen erfolgreichen oder nicht erfolgreichen Lernsituationen haben. Natürlich bezieht sich das auf den aktuellen Physikunterricht, an dem die Schülerinnen und Schüler teilgenommen haben. Dieser enthält traditionell durchaus substantielle mathematische Anteile und zeigt vermutlich wenig Variation darin. Interessant wäre hier eine kontrastierende Studie, in der der gleiche physikalische Inhalt mal mehr und mal weniger mathematiklastig unterrichtet wird. Dann könnte man noch einmal bessere Einblicke in die Attribution der Schülerinnen und Schüler gewinnen. Man darf aber auch nicht vergessen,

dass es ein Physiklernen ohne mathematische Anforderungen nicht geben wird, da Physik und Mathematik einfach miteinander verwoben sind.

David Drescher:

Vielen Dank für dieses passende Schlusswort. Damit sind wir am Ende dieser achten Folge unseres Podcasts. Ganz herzlichen Dank an Sie alle: Frau Treiber, Frau Neumann, Herr Heinze, dass Sie sowohl unseren Hörerinnen und Hörern als auch mir die Rolle der Mathematik in der Physik und beim Physiklernen nähergebracht haben.

Liebe Zuhörerinnen und Zuhörer, Weihnachten steht vor der Tür, das heißt sie hören von uns erst wieder im neuen Jahr. In der nächsten Folge beschäftigen wir uns dann im Januar uns mit einem übergeordneten Thema der Sekundarstufe II beschäftigen. Wir diskutieren die Frage, was die allgemeinen Bildungsziele der gymnasialen Oberstufe – das sind die vertiefte Allgemeinbildung, die Wissenschaftspropädeutik und die allgemeine Studierfähigkeit – was diese Ziele konkret für den Mathematikunterricht bedeuten. Bis dahin freuen wir uns natürlich, wenn Sie unseren Podcast „Forschung für Bildung“ bei Spotify oder einfach unseren YouTube-Kanal abonnieren.

Wenn Ihnen der Podcast gefällt, sagen Sie es weiter und schicken Sie uns gerne Fragen, Anregungen, Kritik oder Lob an socialmedia@leibniz-ipn.de.

Wir wünschen Ihnen jetzt schöne Weihnachtsfeiertage und kommen sie gut und gesund in das Jahr 2023. Bis bald und auf Wiedersehen.