

IPN –Podcast „Forschung für Bildung“ – Skript – Folge 9

Birte Niebuhr:

Herzlich Willkommen bei „Forschung für Bildung“, dem Podcast des IPN – dem Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik in Kiel. Mein Name ist Birte Niebuhr und ich arbeite am IPN als Koordinatorin der Abteilung Didaktik der Mathematik.

Unser Podcast beschäftigt sich mit dem Lehren und Lernen im Fach Mathematik. Und in dieser Folge widmen wir uns der scheinbar einfach klingenden Frage, welche Bildungsziele der Mathematikunterricht der gymnasialen Oberstufe eigentlich verfolgt. Anlass dieser Podcast-Folge ist das vor kurzem erschienene Buch „Das Fach Mathematik in der gymnasialen Oberstufe“ und mit dem Herausgaberteam werde ich dieser Frage nachgehen. Dazu gehören zum einen Prof. Dr. Stefanie Rach, Prof. Dr. Tobias Rolfes und Prof. Dr. Stefan Ufer. Starten wir also mit einer kurzen Vorstellungsrunde. Frau Rach, würden Sie beginnen?

Stefanie Rach:

Gerne. Mein Name ist Stefanie Rach, ich bin Professorin für Didaktik der Mathematik an der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg. Einer meiner Forschungsschwerpunkte ist das Mathematiklernen am Übergang von der Schule an die Hochschule. Zu dem Thema bin ich vor über zehn Jahren während meiner Promotionszeit am IPN gekommen.

Birte Niebuhr:

Vielen Dank und herzlich Willkommen Frau Rach. Herr Rolfes und Herr Ufer stellen Sie sich doch bitte auch kurz vor.

Tobias Rolfes:

Mein Name ist Tobias Rolfes und ich bin ebenfalls Professor für Didaktik der Mathematik und zwar an der Goethe-Universität Frankfurt. Ich war vorher Postdoktorand am IPN Kiel und zu der Zeit ist die Idee zu dem Buch über das Fach Mathematik in der gymnasialen Oberstufe entstanden.

Stefan Ufer:

Ja, und ich bin Stefan Ufer. Ich habe den Lehrstuhl für Didaktik der Mathematik an der Ludwig-Maximilians-Universität München inne und beschäftige mich neben anderen Themen auch mit der Übergangproblematik Schule-Hochschule im Fach Mathematik.

Birte Niebuhr:

Auch Sie heiße ich herzlich Willkommen. Und als vierter Herausgeber in der Runde begrüße ich Prof. Dr. Aiso Heinze, Direktor der IPN-Abteilung Didaktik der Mathematik, der ja auch bei unseren Podcasts immer wieder mit dabei ist. Herzlich Willkommen, Herr Heinze!

Aiso Heinze:

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

Birte Niebuhr:

Heute soll es also darum gehen, welche Bildungsziele der Mathematikunterricht der gymnasialen Oberstufe erreichen soll. Es geht dabei weniger um die didaktische Aufbereitung konkreter Lehrplaninhalte, sondern vor allem um die bildungstheoretische

Frage, wie die fächerübergreifend formulierten Bildungsziele der gymnasialen Oberstufe konkret für das Fach Mathematik zu interpretieren sind und wie sich die Auswahl von Unterrichtsinhalten legitimieren lässt. Wie begründet man etwa, dass das Riemann-Integral unterrichtet werden soll und was vom Integralbegriff betont werden soll? Dazu haben meine heutigen Gäste ausführliche Kapitel in ihrem Buch geschrieben.

Herr Heinze, was ich mich zunächst gefragt habe: Gibt es zu dem Thema überhaupt etwas Neues zu berichten? Wenn man die Medien verfolgt, dann hat man das Gefühl, dass seit Jahren ständig über das Mathematikabitur oder über zu geringe Mathematikkenntnisse von Studienanfängerinnen und -anfängern diskutiert wird. Eigentlich müssten hier doch schon alle relevanten Forschungsfragen untersucht sein?

Aiso Heinze:

Da kann ich mit einem schlichten „Schön wär's!“ antworten. Ursprünglich hatte ich auch gedacht, dass es hier schon umfangreiche Forschung gibt. Leider mussten wir feststellen, dass es weder umfassende empirische noch viele theoretische Arbeiten zum Mathematiklernen in der gymnasialen Oberstufe gibt. Es liegen natürlich einzelne Studien zu verschiedenen Aspekten vor, aber zentrale Fragen sind bisher nicht beantwortet.

Birte Niebuhr:

Was für Fragen sind das zum Beispiel?

Aiso Heinze:

Das fängt bei scheinbar einfachen empirischen Fragen an wie „Was können die Schülerinnen und Schüler am Ende der gymnasialen Oberstufe eigentlich in Mathematik?“ oder „Was lernen sie im Verlauf der gymnasialen Oberstufe dazu?“ und es hört bei theoretischen Fragen zur Fundierung und konkreten Ausarbeitung der Bildungsziele auf.

Stefanie Rach:

Beim letzten Punkt kann man als Beispiel das Ziel der wissenschaftspropädeutischen Bildung nennen, die ja in der gymnasialen Oberstufe erworben werden soll. Eine grundlegende Frage ist hier, was man eigentlich als wissenschaftspropädeutische Bildung ansehen möchte und wie das Fach Mathematik in der Oberstufe dazu beitragen kann und soll.

Birte Niebuhr:

Alles klar. Die Bildungsziele werden wir ja gleich auch noch vertiefen. Zuvor aber noch einmal eine Nachfrage zur empirischen Forschung, die ja gerade für das Fach Mathematik in den letzten 25 Jahren deutlich ausgeweitet wurde. Herr Rolfes, ist wirklich so wenig bekannt über die mathematischen Kompetenzen der Schülerinnen und Schülern am Ende der gymnasialen Oberstufe?

Tobias Rolfes:

Ja, das ist tatsächlich so. Vor drei Jahren habe ich mir einen Überblick verschafft, über repräsentative Studien zu mathematischen Kompetenzen von Schülerinnen und Schülern in der gymnasialen Oberstufe in Deutschland. Wenn man Studien betrachtet, die tatsächlich auch die Inhalte der gymnasialen Oberstufe einbeziehen, so gab es bisher nur eine bundesweite Studie vor knapp 25 Jahren und danach nur noch vereinzelte Studien aus einzelnen Bundesländern. Im Vergleich zur Sekundarstufe I ist für die Oberstufe wirklich unterbeleuchtet, was die Schülerinnen und Schüler im Fach Mathematik eigentlich können.

Stefan Ufer:

Das Gleiche gilt auch für den Mathematikunterricht in der Oberstufe. Im Rahmen der Arbeiten für unser Buch habe ich gemeinsam mit der Kollegin Anna Praetorius recherchiert, was man zur Qualität des Mathematikunterrichts in der Oberstufe weiß. Während in der Sekundarstufe I in den letzten 25 Jahren beispielsweise umfangreiche Videostudien durchgeführt wurden, sind uns aus der Sekundarstufe II keine bekannt. Entsprechend ist das Wissen über spezifische Unterrichtsprozesse in der Oberstufe und auch über deren Wirkung begrenzt.

Birte Niebuhr:

Aber, wenn das so ist, wie Sie sagen, Herr Ufer, worauf basiert denn dann das Vorgehen der Bildungsadministration bzw. der Bildungspolitik in der Oberstufe? Ohne wissenschaftliche Grundlage ist dieses Vorgehen dann ja eher pragmatisch oder erfahrungsbasiert?

Stefan Ufer:

Ja, das ist anzunehmen. Wir vermuten, dass zumeist einfach Ergebnisse der Forschung zum Mathematiklernen aus der Sekundarstufe I auf die Sekundarstufe II übertragen werden. Dabei besteht natürlich die große Gefahr, dass spezifische Charakteristika der Oberstufe verloren gehen. Mit fast erwachsenen Schülerinnen und Schülern können Sie ja anderen Mathematikunterricht machen als mit Vierzehnjährigen in der Pubertät.

Birte Niebuhr:

Kommen wir jetzt noch einmal auf die Bildungsziele zurück, die ja das eigentliche Thema dieses Podcasts sein sollen. Frau Rach, nehmen Sie uns doch mal mit zu den Bildungszielen für die gymnasiale Oberstufe.

Stefanie Rach:

Wenn man die Beschlüsse der Kultusministerkonferenz zugrunde legt, gibt es die sogenannte Trias der übergeordneten Bildungsziele für die gymnasiale Oberstufe. Dies sind die vertiefte Allgemeinbildung, die Wissenschaftspropädeutik und die Studierfähigkeit, zu deren Erreichung insbesondere der Deutsch- und Fremdsprachenunterricht, aber eben auch der Mathematikunterricht beitragen soll.

Birte Niebuhr:

Alles klar. Diese Bildungsziele hören sich doch erst einmal gut an.

Aiso Heinze:

Ja, aber nur solange man nicht fragt, was sich denn hinter den drei Zielen verbirgt. So gibt es viele Arbeiten zum Thema Allgemeinbildung, die ja in der Sekundarstufe I angestrebt werden soll. Aber haben Sie eine Idee, was vertiefte Allgemeinbildung sein könnte?

Stefanie Rach:

Oder Wissenschaftspropädeutik. Eigentlich wird Propädeutik eher als Unterrichtsangebot und weniger als Bildungsziel verstanden. Entsprechend findet man unter dem Schlagwort Wissenschaftspropädeutik vor allem Hinweise, was im Unterricht gemacht werden könnte, und weniger, was unter dem Ziel einer wissenschaftspropädeutischen Bildung verstanden werden soll.

Stefan Ufer:

Selbst bei dem Thema Studierfähigkeit, das in den letzten Jahren in der Tat viel diskutiert wurde, sind längst nicht alle Fragen geklärt. Hier wurde zumeist die Studieneingangsphase betrachtet, nicht aber unbedingt die gymnasiale Oberstufe. Auch ist die Frage offen, ob eine allgemeine oder eine fachspezifische Studierfähigkeit gemeint ist.

Birte Niebuhr:

Okay, da gibt es also einige Dinge zu klären. Dann fangen wir vielleicht mal vorne mit der vertieften Allgemeinbildung an. Herr Rolfes, an diesem Kapitel haben Sie ja zentral mitgearbeitet. Wie lässt sich denn herleiten, was unter vertiefter Allgemeinbildung im Fach Mathematik verstanden werden soll?

Tobias Rolfes:

Das übliche Vorgehen wäre, dass man ausgehend von übergreifenden bildungstheoretischen Konzeptionen des Begriffs „Vertiefte Allgemeinbildung“ den mathematikspezifischen Beitrag dazu herleitet. Da der Begriff „Vertiefte Allgemeinbildung“ aber schon nicht geklärt ist, haben wir beim Begriff „Allgemeinbildung“ angesetzt. Hier gibt es in der Mathematikdidaktik bereits verschiedene Konzeptionen, die in der Regel auf die Sekundarstufe I bezogen sind. Am bekanntesten sind die drei Grunderfahrungen nach Heinrich Winter: Hierbei sollen Schülerinnen und Schüler erstens Mathematik als Möglichkeit zur Umwelterschließung erfahren. Gemeint ist damit, dass uns mathematische Methoden ermöglichen, in der realen Welt Anforderungen zu bewältigen. Zweitens soll Mathematik auch als eigenständiges deduktives System erfahren werden, das gerade losgelöst von der Realität ein Theoriegebäude mit exakten Begriffen und Zusammenhängen darstellt und somit eine menschliche Kulturleistung ist. Und drittens soll die Mathematik als Fach zum Problemlösen-Lernen erfahren werden.

Birte Niebuhr:

Alles klar. Die Winterschen Grunderfahrungen sind ja auch Grundlage der Bildungsstandards Mathematik der Sekundarstufe I.

Aiso Heinze:

Genau. Es gibt dann noch weitere Allgemeinbildungskonzeptionen, z. B. nach Hans Werner Heymann oder den Ansatz der *Mathematical Literacy*, den man hier auch nennen könnte, oder den Ansatz von Roland Fischer aus Österreich. Allgemeinbildung in Fischers Sinne bedeutet beispielsweise, dass man in der Lage ist, von Expertinnen und Experten erarbeitete Entscheidungen zu verstehen, man muss sie aber nicht unbedingt selbst generieren können. Im Fach Mathematik heißt das, dass man über mathematische Grundkenntnisse verfügt, und dass man in der Lage ist, mathematische Lösungen zu interpretieren und einzuordnen, auch wenn man die zugehörigen komplexen Lösungswege nicht selbst im Detail entwickeln oder ausrechnen kann.

Birte Niebuhr:

Da gibt es also einige Ansätze. Aber wie kommt man nun von der mathematischen Allgemeinbildung zur vertieften mathematischen Allgemeinbildung?

Aiso Heinze:

Dazu muss man überlegen, in welchem Sinne man das Wort „vertieft“ sinnvoll deuten kann. Geht es einfach um eine quantitative Erweiterung, also mehr von der

Allgemeinbildung aus der Sekundarstufe I? Oder sollte es doch eher um eine qualitativ vertiefte Allgemeinbildung gehen, die die erweiterten Möglichkeiten der gymnasialen Oberstufe einbezieht. Die Schülerinnen und Schüler sind ja älter und auch in ihrer kognitiven Entwicklung fortgeschritten, sodass auch abstraktere Unterrichtsinhalte thematisiert werden können.

Tobias Rolfes:

Wir haben uns für den zweiten Weg entschieden, aber ohne den ersten zu vernachlässigen. Als zwei zentrale Aspekte der vertieften Allgemeinbildung im Fach Mathematik haben wir die „Orientierung an Lebenssituationen“ und die „Mathematik als Welt eigener Art“ herausgearbeitet. Beide Aspekte sind anschlussfähig an die Allgemeinbildungskonzepte der Sekundarstufe I, beispielsweise an die ersten beiden Grunderfahrungen nach Heinrich Winter.

Birte Niebuhr:

Bitte erläutern Sie doch nochmal genauer, worin dann die Erweiterung der Ziele der Sekundarstufe I besteht, Herr Rolfes.

Tobias Rolfes:

Beim Aspekt der „Orientierung an Lebenssituationen“ ist es so, dass in der gymnasialen Oberstufe fortgeschrittene mathematische Begrifflichkeiten behandelt werden können, wie z. B. die Infinitesimalrechnung oder Wahrscheinlichkeitsverteilungen. Diese sind für die Sekundarstufe I noch zu komplex und deshalb für die Schülerinnen und Schüler nur schwer zugänglich. Durch diese neuen Begrifflichkeiten können in der Oberstufe nun komplexere mathematische Modelle für Anwendungsprobleme genutzt werden, was den Allgemeinbildungsanspruch der Sekundarstufe I deutlich erweitert. Gleichzeitig muss es im Sinne des kumulativen Lernens aber auch darum gehen, die in der Sekundarstufe I erworbene Allgemeinbildung in der Oberstufe zu erhalten.

Aiso Heinze:

Für den Aspekt der „Mathematik als Welt eigener Art“ trifft eigentlich das Gleiche zu. Dieser Aspekt der Mathematik kann in der Sekundarstufe I nur punktuell aufgezeigt werden, was oft im Rahmen des lokalen Ordners in der elementaren Geometrie gemacht wird. In der Oberstufe kennen die Schülerinnen und Schüler schon viele mathematische Teilgebiete und haben einen Überblick, sodass nun auch metamathematische Aspekte systematisch angesprochen werden können und nicht mehr nur Einzelphänomene.

Birte Niebuhr:

Das klingt sehr abstrakt. Hätten Sie dafür konkrete Beispiele, was im Unterricht thematisiert werden sollte?

Tobias Rolfes:

Ja, gerne. Bei der „Orientierung an Lebenssituationen“ hat Winter bereits 1975 eine Leitfrage für die Auswahl von Unterrichtsinhalten formuliert und zwar: „Welches sind die mathematischen Grundtätigkeiten, die sich aus der ‚normalen‘, alltäglichen allgemeinen Denkpraxis heraus fortstilisiert haben?“ Das klassische Beispiel ist hier der Ableitungsbegriff zur Beschreibung von Veränderungsprozessen. Die im Alltag übliche Modellierung als durchschnittliche Veränderung kann mathematisch zu einem Modell der punktuellen Veränderung erweitert werden. Diese unterschiedlichen Modellierungen finden sich nun in

verschiedenen Anwendungsgebieten wieder, wie z. B. bei der Durchschnittsgeschwindigkeit als durchschnittliche Veränderung und der Momentangeschwindigkeit als punktuelle Veränderung. Aber auch für finanzpolitische Fragen finden sich diese beiden Betrachtungsweisen beim Durchschnittssteuersatz und Grenzsteuersatz wieder und sind damit u. a. im Sinne der politischen Teilhabe relevant.

Aiso Heinze:

Etwas schwieriger ist die Legitimation des Integralbegriffs als vertiefte Allgemeinbildung. Zwar schreibt das Riemann-Integral den mathematischen Zugang zur Berechenbarkeit von Flächeninhalten und kumulativen Prozessen aus der Sekundarstufe I fort, aber der Bezug zu Lebenssituationen ist hier weit weniger klar. So gesehen stellt sich die Frage, ob das Riemann-Integral eher über andere Bildungsziele wie das der Studierfähigkeit legitimiert werden kann, was dann auch Auswirkungen auf die Schwerpunktsetzung beim Unterrichten des Integrals hätte. Andere konkrete Beispiele können aus der Stochastik genannt werden, wenn es beispielsweise um die Wirksamkeit von Impfungen geht. Auch kann man sich fragen, ob nicht noch andere mathematische Gebiete wie die Graphentheorie als angewandte Mathematik einen Beitrag zur vertieften Allgemeinbildung im Sinne der „Orientierung an Lebenssituationen“ leisten können. Die Thematisierung relationaler algebraischer Strukturen kann in der Sekundarstufe I nur sehr begrenzt erfolgen und wird aktuell in den Abiturstandards nur punktuell in Form von Übergangsgraphen und -matrizen gestreift. Sie spielen in der mathematischen Modellierung aber eine wichtige Rolle.

Birte Niebuhr:

Und wie sieht es beim zweiten Bereich „Mathematik als Welt eigener Art“ aus?

Tobias Rolfes:

Der Aspekt „Mathematik als Welt eigener Art“ steht in einer dialektischen Spannung zur „Orientierung an Lebenssituationen“, weil es hier gerade nicht um einen Bezug zur realen Welt geht. So gesehen weist dieser Aspekt starke Bezüge zur Wissenschaftspropädeutik auf, wobei die Begründungslinien aber unterschiedlich sind. Aus Allgemeinbildungsperspektive geht es ja vornehmlich um die Vermittlung kulturellen Wissens über die Besonderheit der Mathematik als menschliche Errungenschaft.

Aiso Heinze:

Ja, in der Sekundarstufe I werden hier ja schon einzelne Phänomene betrachtet, wie idealisierte geometrische Objekte, z. B. Punkte als Objekte ohne Ausdehnung oder die Besonderheit mathematischer Beweise. Mögliche Vertiefungen wären für die Oberstufe beispielsweise, die Relativität des mathematischen Wissens und seiner Darstellung deutlich zu machen. So könnten Einblicke in die Idee der Axiomatik gegeben werden und die scheinbare Alternativlosigkeit von Definitionen hinterfragt werden. Dadurch könnten Schülerinnen und Schüler erkennen, dass Mathematik menschengemacht und nicht gottgegeben ist. Diese Themen sollten am besten nicht an neu eingeführten Begrifflichkeiten, sondern besser an vertrauten Inhalten behandelt werden. Hier bietet sich etwa die Elementargeometrie der Sekundarstufe I an.

Birte Niebuhr:

Damit könnte man auch gleichzeitig die Geometriekenntnisse aus der Sekundarstufe I noch einmal wiederholen, oder?

Aiso Heinze:

Ja, man würde hier zwei Fliegen mit einer Klappe schlagen. Gerade im Bereich Geometrie haben die Schülerinnen und Schüler der Oberstufe wieder viel vergessen.

Tobias Rolfes:

Unser Vorschlag für die Oberstufe ist ja, die Vertiefung der Allgemeinbildung nicht allein als eine fachspezifische Spezialisierung zu verstehen, sondern eher als eine qualitative und quantitative Vertiefung. Zum einen sollten Lerninhalte der Sekundarstufe I qualitativ vertieft werden, indem sie in einer höheren Komplexität und von einem höheren Standpunkt aus betrachtet werden und so beispielsweise metamathematisches Wissen aufgebaut wird, wie Herr Heinze das gerade zur Axiomatik und zum Definieren erläutert hat. Zum zweiten ist aber auch eine quantitative Vertiefung der Inhalte der Sekundarstufe I vorgesehen, indem neue Begriffe und Verfahren eingeführt werden, die einen allgemeinbildenden Wert haben. Als Beispiel hatte ich den Ableitungsbegriff genannt. Unser Eindruck beim aktuellen Mathematikunterricht in der gymnasialen Oberstufe ist, dass vor allem eine quantitative Vertiefung im Vordergrund steht. Wir denken aber, dass aus Allgemeinbildungsperspektive auch die Vertiefung im qualitativen Sinne relevant ist, d. h. eine Vertiefung der Lerninhalte aus der Sekundarstufe I, insbesondere für den Aspekt „Mathematik als Welt eigener Art“, zumal es hier auch enge Bezüge zur Wissenschaftspropädeutik und zur Studierfähigkeit gibt.

Birte Niebuhr:

Das ist ja gleich der passende Übergang zum zweiten Bildungsziel der Trias, die Wissenschaftspropädeutik. Damit haben Sie sich gemeinsam mit ihrem Doktoranden Patrick Fesser genauer auseinandergesetzt, Frau Rach. Vorhin erwähnten Sie schon, dass bisher gar nicht so richtig klar ist, was unter dem Ziel einer wissenschaftspropädeutischen Bildung verstanden wird. Wo liegt denn hier das Problem?

Stefanie Rach:

Da gibt es verschiedene Herausforderungen. Worauf sich alle einigen können, ist die Idee, dass Schülerinnen und Schüler der gymnasialen Oberstufe auf wissenschaftliches Arbeiten vorbereitet werden sollen, dabei aber nicht die Inhalte, die in einem Studium zu finden sind, vorweggenommen werden sollen. Eine Frage, die unmittelbar aufkommt, ist, welche Aspekte von wissenschaftlichem Arbeiten denn dabei gemeint sind. Geht es um allgemeine, disziplinübergreifende Aspekte von wissenschaftlichem Arbeiten, z. B. ums Zitieren, oder sollen Schülerinnen und Schüler allgemein wissen, dass es wissenschaftliche Theorien und Methoden gibt? Oder geht es spezifischer um Wissenschaftspropädeutik in jedem Schulfach? Vielleicht sogar um alles, indem fachspezifische wissenschaftspropädeutische Kompetenzen zuerst gelernt und dann gemeinsame und unterschiedliche Aspekte zwischen diesen identifiziert und reflektiert werden? Braucht man im zuletzt genannten Fall Wissenschaftspropädeutik in allen Fächern der gymnasialen Oberstufe oder reichen vielleicht drei exemplarisch gewählte Fächer aus? Muss Wissenschaftspropädeutik überhaupt im Fachunterricht fokussiert werden oder genügt nicht das Schreiben einer Facharbeit o.ä.? Verschiedene Antworten auf all diese Fragen haben gravierende Auswirkungen, was im Unterricht der einzelnen Fächer in welcher Tiefe gemacht werden sollte.

Birte Niebuhr:

OK, ich sehe das Problem. Wenn wir davon ausgehen, dass es um Wissenschaftspropädeutik in den einzelnen Fächern geht, gibt es hier so etwas wie ein übergeordnetes Schema, das uns sagt, welche Aspekte relevant sind?

Stefanie Rach:

In der Literatur findet sich nicht sehr viel. Z. B. hat Ludwig Huber vor 25 Jahren ein strukturiertes Modell in drei Ebenen vorgeschlagen. Die erste Ebene bezeichnete er als Wissenschaftspropädeutik im engeren Sinne, da es hier um das Wissen und Können der fachspezifischen wissenschaftlichen Grundbegriffe und Methoden geht. Bei der zweiten Ebene geht es um die Einstellung der Schülerinnen und Schüler. Hier sollen sie eine sogenannte „wissenschaftliche Attitüde“ des Erforschens und Begründens entwickeln, also im Sinne einer Enkulturation in die wissenschaftliche Kultur hineinwachsen. Auf der dritten Ebene geht es um die metawissenschaftliche Reflexion, d. h. die Schülerinnen und Schüler sollen befähigt werden, die Eigenarten und die Diskrepanzen von Wissenschaftsdisziplinen zu erkennen und darüber zu diskutieren.

Birte Niebuhr:

Alles klar. Das klingt aber doch schon mal nach einem Ansatz, oder?

Stefanie Rach:

Je nach Sichtweise. Zum einen entstand dieses Modell aus einer bildungshistorischen Analyse, die Huber vorgenommen hat, und er sortiert damit das Feld. Das ist eine nicht zu unterschätzende Leistung und entsprechend kann das Modell gut als Ausgangspunkt dienen. Andererseits ist es aber so, dass mit dem Modell kaum eine der eingangs aufgeworfenen Fragen beantwortet wird. Es bleibt ja offen, ob alle drei Ebenen mit der wissenschaftspropädeutischen Bildung in der Oberstufe erreicht werden sollen. Auch ist unklar, in welcher Tiefe und in welcher Breite, also in wie vielen Fächern, wissenschaftspropädeutische Aspekte thematisiert werden sollen. Um es zuzuspitzen: Geht es darum, dass Schülerinnen und Schüler wissen, wie man korrekt zitiert und wie man in Texten Inhalte präzise darstellt? Oder geht es darum, dass sie wissen, was grundlegende Charakteristika der wissenschaftlichen Disziplinen Mathematik, Chemie, Geschichtswissenschaft usw. sind und auch wissenschaftliche Arbeitsweisen anwenden können?

Birte Niebuhr:

Ich vermute mal, dass Sie eher für den zuletzt genannten Punkt plädieren?

Stefanie Rach:

Da liegen Sie richtig und in den Fachdidaktiken bin ich sicherlich nicht die einzige.

Birte Niebuhr:

OK, dann muss das Modell von Huber also fachspezifisch ausbuchstabiert werden, oder? Wie sieht das denn für die Wissenschaft Mathematik aus?

Stefanie Rach:

Mein Doktorand Patrick Fesser und ich haben uns hier einige Gedanken gemacht und einen Vorschlag entwickelt. Grundsätzlich sollten die Schülerinnen und Schüler im Mathematikunterricht exemplarisch in die Wissenschaft Mathematik eingeführt werden.

Das umfasst das Kennenlernen erstens von wesentlichen wissenschaftlichen Grundbegriffen zur Beschreibung mathematischer Erkenntnisse und deren Genese, zweitens von ausgewählten wissenschaftlichen Erkenntnismethoden und drittens von der Stellung der Mathematik im System der wissenschaftlichen Disziplinen.

Birte Niebuhr:

Das entspricht dann im Wesentlichen der ersten und dritten Ebene im Modell nach Huber? Es geht Ihnen hier ja um die fachspezifischen wissenschaftlichen Grundbegriffe und Methoden, wie das Beweisen und die Axiomatik, oder?

Stefanie Rach:

Ja, wobei die Mathematik noch eine spannende Besonderheit parat hat. Im Unterricht wird Mathematik wenig als formale Erkenntniswissenschaft im Sinne einer Strukturwissenschaft behandelt, sondern es wird vor allem der Anwendungscharakter betont. In der Mathematik als Anwendungsdisziplin werden dann mathematische Methoden verwendet, um Probleme aus außermathematischen Kontexten zu modellieren und zu lösen. Wenn Sie so wollen, haben wir es mit einer Dualität zu tun, also mit zwei mathematischen Disziplinen: Mathematik als beweisend-deduzierende Disziplin und Mathematik als Anwendungsdisziplin.

Birte Niebuhr:

Das klingt so ähnlich, wie die von Herrn Rolfes und Herrn Heinze genannten Aspekte der vertieften Allgemeinbildung.

Stefanie Rach:

Ja, die allgemeinbildende Sicht im Sinne der Aspekte „Orientierung an Lebenssituationen“ und „Mathematik als Welt eigener Art“ korrespondiert damit. Hier geht es aber nun um die wissenschaftspropädeutische Perspektive. Während es naheliegend ist, wissenschaftspropädeutische Bildung bezogen auf die Mathematik als beweisend-deduzierende Disziplin zu behandeln, muss man sich aber auch fragen, was denn die wissenschaftspropädeutische Bildung bezogen auf die Mathematik als Anwendungsdisziplin ist.

Birte Niebuhr:

Warum ist das nötig? Reicht es nicht, das mathematische Beweisen oder die Axiomatik, wie sie Forschende in der Mathematik verwenden, in der Schule vorzubereiten?

Stefanie Rach:

Unserer Auffassung nach nicht. Mathematik wird ja in einer Reihe von Anwendungsdisziplinen in Form von mathematischen Begriffen und Methoden genutzt und dabei gelten plötzlich etwas andere, zumeist weniger strenge mathematische Regeln als in der beweisend-deduzierenden Mathematik.

Birte Niebuhr:

Können Sie hier ein Beispiel nennen?

Stefanie Rach:

Nehmen Sie beispielsweise die Modellierung von Preisbildungsprozessen durch Angebots- und Nachfragefunktionen. Hier werden in der Regel stetige Funktionen genutzt, obwohl sich die Nachfrage durch substantielle Preisänderungen ja auch sprunghaft, also unstetig

verändern kann. Oder betrachten Sie Anwendungsdisziplinen, die statistische Methoden verwenden. Die Prüfung einer Unterschiedshypothese per t-Test erfordert als Voraussetzung normalverteilte Zufallsgrößen. Dies ist in der Realität oft nicht gegeben, der t-Test wird aber trotzdem angewendet. Die Begründung ist dabei, dass die Methode robust gegenüber Verletzungen der mathematischen Voraussetzungen ist. So etwas wird beispielsweise in Simulationsstudien nachgewiesen.

Birte Niebuhr:

Also, Nachweis durch Simulationsstudien klingt jetzt nicht nach einem anständigen mathematischen Beweis.

Stefanie Rach:

Das ist genau der Punkt. Wenn Sie Mathematik als anwendbare Disziplin auffassen, dann gibt es aus wissenschaftspropädeutischer Perspektive den Fall, dass Entscheidungen anhand von Annahmen und Erkenntnissen aus zwei verschiedenen Disziplinen getroffen werden: aus der Anwendungsdisziplin, aus der das Problem stammt, und aus der Mathematik. Es gelten eben nicht mehr nur allein die Regeln der Mathematik. Das heißt, dass auch metawissenschaftliches Wissen zum mathematischen Modellieren gelernt werden sollte. Wir haben es also mit zwei Aspekten der Wissenschaftspropädeutik zu tun, wenn wir Mathematik als beweisend-deduzierende Disziplin und als Anwendungsdisziplin betrachten. Im Grunde können diese beiden Aspekte in der gymnasialen Oberstufe ganz gut abgebildet und auch kontrastiert werden.

Birte Niebuhr:

Das ist spannend. Was ich mich noch frage: Ist Wissenschaftspropädeutik als Bildungsziel eigentlich nicht einfach Teil der Studierfähigkeit? Es geht doch eigentlich um die Vorbereitung auf die wissenschaftlichen Begriffe und Methoden der Mathematik, die dann an den Hochschulen, also im Studium, relevant werden.

Stefanie Rach:

Natürlich ist die wissenschaftspropädeutische Bildung zentral für die Studierfähigkeit. Da besteht kein Zweifel. Andererseits ist eine wissenschaftspropädeutische Bildung aber auch außerhalb des Hochschulkontextes relevant und damit auch für Menschen, die nicht studieren. Wir leben ja in einer modernen Gesellschaft, in der viele Entscheidungen auf Basis von wissenschaftlicher Evidenz getroffen werden. Allein für die politische und berufliche Teilhabe ist es deshalb wichtig, grundlegende wissenschaftliche Begriffe und Methoden verschiedener Disziplinen zu verstehen und einordnen zu können. Im Zuge der Covid19-Pandemie gab es diesbezüglich ja einige Debatten, wie mit wissenschaftlichen Erkenntnissen umzugehen ist. Auch bei der Klimakrise gibt es diese Diskussion immer wieder. Da Mathematik dabei oft als Anwendungsdisziplin vorkommt, ist es eben auch besonders wichtig, die metawissenschaftlichen Aspekte in diesem Fall zu kennen. Meines Erachtens ist beides wichtig: wissenschaftspropädeutische Bildung im Sinne einer Studienvorbereitung und im Sinne der gesellschaftlichen Teilhabe. Beide Kontexte sollten auch im Mathematikunterricht vorkommen.

Birte Niebuhr:

Ist das aktuell in den Lehrplänen auch so vorgesehen?

Stefanie Rach:

Zumindest erlaubt es der vorgegebene Rahmen. In den Bildungsstandards Mathematik können wissenschaftspropädeutische Aspekte der Mathematik als beweisend-deduzierende Disziplin und als Anwendungsdisziplin ganz gut durch die allgemeinen mathematischen Kompetenzen abgebildet werden. Den Aspekt der Mathematik als beweisend-deduzierende Disziplin kann man gut beim mathematischen Argumentieren, Kommunizieren und Problemlösen behandeln und den Aspekt der Mathematik als Anwendungsdisziplin beim mathematischen Modellieren. Diese Kompetenzen kann man in unterschiedlichen Inhaltsbereichen thematisieren und dabei einerseits Problemstellungen auswählen, die eher in den Kontext der politischen und beruflichen Teilhabe außerhalb des Studiums fallen und andererseits solche, die eher vorbereitend auf ein Studium sind.

Birte Niebuhr:

Alles klar. Auch hier haben wir dann wieder einen guten Übergang zum nächsten Bildungsziel der Trias: die Studierfähigkeit. Herr Ufer, Sie sagten zu Beginn, dass es zur Studierfähigkeit schon einige Arbeiten gibt. Hier ist also nicht so viel Pionierarbeit zu leisten, oder?

Stefan Ufer:

Je nach Blickwinkel. Das Ziel der Studierfähigkeit erscheint zunächst etwas anders gelagert zu sein als die vertiefte Allgemeinbildung und die Wissenschaftspropädeutik. Diese beiden Ziele sind ja hochgradig theoretisch-normativ gesetzt. Bei der Studierfähigkeit könnte man nun den Eindruck gewinnen, dass dieses Ziel nicht normativ, sondern empirisch festgelegt werden kann, da es als externes Prüfkriterium ja den Studienerfolg in einem Studium gibt.

Birte Niebuhr:

Ja, das klingt naheliegend: Wer im Studium zurechtkommt, war vorher studierfähig. Ich ahne aber schon, dass das irgendwie doch nicht so einfach ist, oder?

Stefan Ufer:

Ja, Ihre Ahnung ist ganz richtig. Es gibt hier ganz unterschiedliche Herausforderungen. Zum einen gibt es ganz analog zur Wissenschaftspropädeutik die Frage, ob es um eine fachspezifische Studierfähigkeit oder eine allgemeine Studierfähigkeit geht. Zum zweiten kann man sich fragen, was denn eine in der Schule erworbene Studierfähigkeit eigentlich für ein nachfolgendes Studium impliziert. Ist damit wirklich gemeint, dass man in dem begonnenen Studium erfolgreich ist, wenn man studierfähig ist? Drittens kommt dann noch die grundlegende Frage hinzu, was denn Studienerfolg eigentlich bedeutet. Geht es um zertifizierte Kriterien im Sinne von Noten im Abschlusszeugnis? Oder geht es um objektive Kriterien in Form von Wissen und Kompetenzen? Oder spielen auch subjektive Kriterien wie etwa Studienzufriedenheit eine Rolle?

Birte Niebuhr:

Klingt kompliziert. Wie soll man denn nun Studienerfolg sehen?

Stefan Ufer:

Das kann so einfach nicht entschieden werden. Eigentlich spielen alle drei Arten von Kriterien eine Rolle und je nach Perspektive werden in der Forschung Schwerpunkte gesetzt. Man muss sich aber im Klaren sein, dass sich je nach Kriterium für Studienerfolg, empirisch andere Aspekte von Studierfähigkeit als relevant erweisen können. Wenn es um

das geht, was die Studierenden objektiv dazulernen, dann spielt das Vorwissen eine große Rolle. Wenn man auf die Studienzufriedenheit schaut, dann gewinnen andere Aspekte, wie beispielsweise das Interesse an den Studieninhalten an Bedeutung. Außerdem haben disziplinübergreifende Kompetenzen wie Organisationsfähigkeit im Konstrukt der Studierfähigkeit eine größere Rolle als in den anderen beiden Zieldimensionen.

Birte Niebuhr:

Alles klar. Sie deuteten auch an, dass die einfache Regel „Wer im Studium erfolgreich ist, war vorher studierfähig.“ so nicht unbedingt gilt?

Stefan Ufer:

Na ja, Studierfähigkeit wird von vielen Hochschullehrenden als hinreichende Voraussetzung gesehen, die Studienerfolg in einem Studiengang garantiert. Dieses Ziel kann die gymnasiale Oberstufe aber für die ganzen Studienfächer, die es an den Hochschulen gibt, kaum sicherstellen. Damit ist diese Annahme eigentlich unrealistisch.

Birte Niebuhr:

Zumal es ja auch Studienfächer gibt, die in der Schule gar nicht als Schulfach vorkommen.

Stefan Ufer:

Ja, das kommt noch dazu. Es macht deutlich mehr Sinn, Studierfähigkeit im Sinne des schulischen Bildungsziels als notwendige Voraussetzung zu sehen, also als ein Bündel von kognitiven, motivationalen und personalen Merkmalen einer Person, ohne die ein Studium nicht zu schaffen ist. Es geht also nicht darum, dass die Schulbildung für alle Studienfächer das Produkt Studierfähigkeit liefert, sondern es geht darum, dass Studienanfängerinnen und -anfänger mit einem Werkzeugkasten an notwendigen Kompetenzen an die Hochschule kommen, mit denen sie dann eine hinreichende fachspezifische Studierfähigkeit für ihr Studium entwickeln können. Dabei spielt eben nicht nur eine Rolle, was die Studierenden aus der Schule mitbringen, sondern auch wie die Lerngelegenheiten an ihrer Hochschule gestaltet sind, um die Weiterentwicklung der Studierfähigkeit möglich zu machen.

Birte Niebuhr:

Das ist eine interessante Perspektive. Damit hat nicht nur die gymnasiale Oberstufe, sondern auch die Hochschule eine Verantwortung für die Ausbildung einer Studierfähigkeit?

Stefan Ufer:

Ja, es ist eine gemeinsame Verantwortung. Die Schule liefert die notwendige Basis, die Hochschule vollendet die Studierfähigkeit und sorgt für die Studierbarkeit. Die tatsächlichen Anforderungen eines Studiums können im institutionellen Rahmen der Schule ja auch gar nicht simuliert werden.

Birte Niebuhr:

OK und wie sieht es nun mit dem fachspezifischen Anteil der Studierfähigkeit aus, der in der Oberstufe erworben werden soll?

Stefan Ufer:

Hier habe ich versucht, die bisherigen Modelle in der Literatur zusammenzuführen. Einerseits kann man sich fragen, wie der fachspezifische Bezug strukturiert werden soll. Hier gibt es bezogen auf Mathematik grob drei Kategorien: disziplinübergreifende Aspekte,

mathematisch-studienfachübergreifende Aspekte und mathematisch-studienfachspezifische Aspekte. Diese Aspekte können dann jeweils aus einer kognitiven, motivationalen und personalen Perspektive betrachtet werden.

Birte Niebuhr:

Können Sie ein Beispiel nennen?

Stefan Ufer:

Ja. Bei den disziplinübergreifenden Aspekten haben wir aus kognitiver Sicht so etwas wie Intelligenz und aus personaler Perspektive beispielsweise Persönlichkeitsmerkmale wie etwa Gewissenhaftigkeit o. ä. Diese gelten für alle Studienfächer. Bei den mathematisch-studienfachübergreifenden Aspekten geht es um mathematische Aspekte, die nicht auf bestimmte Studienfächer bezogen sind, also z. B. geeignete Vorstellungen über bedingte Wahrscheinlichkeiten oder über funktionale Zusammenhänge von linear bis exponentiell. Die Studie MaLeMINT-E hat ja gezeigt, dass solche Kenntnisse in sehr vielen Studiengängen erwartet werden, von Architektur über Ökotoxikologie bis zur Psychologie. Die mathematisch-studienfachspezifischen Aspekte sind dagegen nur für ganz bestimmte Studienfachgruppen relevant. Beispielsweise konnte mein Mitarbeiter Timo Kosiol zeigen, dass im Mathematikstudium das Interesse an mathematischen Beweisen mit der Studienzufriedenheit zusammenhängt. Dieser Zusammenhang würde vermutlich nicht im Soziologiestudium gelten. Zwar kommt dort auch genügend Mathematik vor, aber das mathematische Beweisen spielt kaum eine Rolle.

Birte Niebuhr:

OK, das macht das Ganze etwas anschaulicher. Kann die Relevanz der verschiedenen Komponenten in Ihrem Modell denn durch die bisherigen empirischen Studien bestätigt werden?

Stefan Ufer:

Für viele Aspekte ja. Gemeinsam mit der Kollegin Elke Sumfleth und dem Kollegen Andreas Borowski habe ich in einem Buchkapitel eine Reihe von Studien dazu zusammengetragen. Einige Aspekte sind aber noch nicht sehr intensiv untersucht worden.

Birte Niebuhr:

Was bedeutet das nun für den Mathematikunterricht der gymnasialen Oberstufe? Wie kann er zur Studierfähigkeit beitragen und was ist hier spezifisch in dem Sinne, dass es durch die Ziele der vertieften Allgemeinbildung und der Wissenschaftspropädeutik nicht abgedeckt wird?

Stefan Ufer:

Das sind ja gleich drei Fragen auf einmal. Zum Bereich der disziplinübergreifenden Kompetenzen sollen ja alle Schulfächer beitragen. Hier zeigte sich, dass das Schulfach Mathematik z. B. gut geeignet ist für den Erwerb von allgemeinen selbstregulativen Fähigkeiten. Die Selbstregulation kann effektiv im Rahmen des mathematischen Problemlösens trainiert werden. Zu den mathematisch-studienfachübergreifenden Kompetenzen gehört sicherlich das grundlegende Handwerkszeug aus der Sekundarstufe I, das die Schülerinnen und Schüler im Laufe der Oberstufe nicht wieder vergessen sollten. Es geht aber auch darum, verschiedene Darstellungstypen nutzen und Beziehungen zwischen mathematischen Konzepten herstellen zu können. Dazu sind gut ausgebildete

Grundvorstellungen zu mathematischen Begriffen relevant. Bezüglich der mathematisch-studienfachspezifischen Aspekte gibt es natürlich das Dilemma, dass der Mathematikunterricht nicht spezifisch auf alle mathemathikhaltigen Studienfächer vorbereiten kann. Für ein Soziologiestudium wäre ja eine Reduktion der Geometrie und eine deutliche Ausweitung der Statistik relevant. Bei der Architektur ist es umgekehrt.

Birte Niebuhr:

Und was kann man da machen?

Stefan Ufer:

Da ist eine gute Frage. Aus Sicht des Bildungsziels Studierfähigkeit wäre es sinnvoll, wenn Hochschulen und Schulen gemeinsam zentrale mathematische Schnittstellenbereiche definieren würden. Diese könnten in der Schule anschlussfähig aufgebaut werden und in den jeweiligen Studiengängen explizit aufgegriffen und in die notwendige Richtung erweitert werden. Dazu gehören zum einen Schnittstellenkonzepte und zum anderen Schnittstellenpraktiken. Zumindest für MINT-Studiengänge gibt es hier erste Ansätze wie den cosh-Katalog oder den MaLeMINT-Aufgabenkatalog, die beide jeweils gemeinsam von Lehrkräften und Hochschullehrenden erarbeitet wurden und in beide Richtungen anschlussfähig sind. Ohne diesen Konsens zwischen den Institutionen wird es für den Übergangsbereich immer zu Unstimmigkeiten und Unzufriedenheit kommen.

Birte Niebuhr:

Alles klar. Zum Schluss noch einmal die Frage nach der Abgrenzung: Ist die Studierfähigkeit als Bildungsziel nicht bereits durch die anderen beiden Bildungsziele abgedeckt?

Stefan Ufer:

Nur zum Teil. Es gibt bei den Forschungs- und Arbeitsmethoden der Mathematik sicherlich große Überschneidungen zu dem Ziel der wissenschaftspropädeutischen Bildung. Letztere umfasst ja aber nicht sehr klar, welche mathematischen Inhalte zu lernen sind. Konkrete Inhaltsbereiche werden dagegen beim Ziel der vertieften Allgemeinbildung angesprochen. Hier kann es sein, dass die gleichen mathematischen Themen wie beim Ziel der Studierfähigkeit legitimiert werden. Während aber die vertiefte Allgemeinbildung die berufliche und gesellschaftliche Teilhabe als Ziele hat, geht es bei der Studierfähigkeit konkret um die Studienvorbereitung. Die Zieldimensionen unterscheiden sich also nicht darin, was unterrichtet werden soll, sondern vor allem auch wie das geschieht.

Birte Niebuhr:

Können Sie den Unterschied an einem Beispiel erläutern?

Stefan Ufer:

Ja, nehmen Sie das Riemann-Integral in der gymnasialen Oberstufe, das Herr Heinze vorhin schon angesprochen hatte. Im Sinne der vertieften Allgemeinbildung kann man es beispielsweise durch den Aspekt „Orientierung an Lebenssituationen“ legitimieren. Das würde dafür sprechen die verschiedenen Phänomene in Umwelt und Technik anzusehen und zu vergleichen, die ein Integral beschreiben kann. Beim Aspekt „Mathematik als Welt eigener Art“ hätte man eine Überschneidung mit der Zieldimension Wissenschaftspropädeutik. Unter beiden Perspektiven würde man die mathematischen Grundannahmen, Strukturen und Zusammenhängen hinter dem Integral in den Vordergrund stellen, z.B. die Frage danach, ob der Integralwert für verschiedene

Funktionstypen überhaupt existiert. Unter der Perspektive der Studierfähigkeit würde der Blick wahrscheinlich zuerst einmal auf konkrete Rechentechniken fallen, wie die partielle Integration oder Ähnliches. Deshalb ist es am Ende des Tages wichtig, alle drei Zieldimensionen mit ihren jeweiligen Spezifika im Unterricht zusammen zu denken und – ggf. zeitlich versetzt – gut zu balancieren.

Birte Niebuhr:

Alles klar. Damit haben wir verschiedene Aspekte der sogenannten Trias der Bildungsziele der gymnasialen Oberstufe bezogen auf Mathematikunterricht besprochen. Natürlich können wir hier keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Eine letzte Frage hätte ich aber doch noch: In dieser Podcast-Folge ist erstaunlicherweise nicht einmal das aktuell inflationär gebrauchte Wort „Digitalisierung“ vorgekommen. Spielt das „Digitale“ in der Oberstufe keine Rolle? Herr Rolfes?

Tobias Rolfes:

Natürlich spielt es eine Rolle und Sie können über jedes der drei Bildungsziele Begründungen für den Einsatz digitaler Werkzeuge und Zugänge zu mathematischen Inhalten und Arbeitsweisen ableiten. Nehmen Sie als einfache Beispiele nur digitale Simulationen im Bereich der Stochastik oder die verständige Nutzung mathematischer Software beim Bearbeiten realistischer Anwendungsprobleme.

Aiso Heinze:

Viel spannender ist die Frage, ob die bisherige Trias der Bildungsziele ausreicht, um den erwarteten Beitrag des Mathematikunterrichts zur Bildung in einer digitalisierten Welt abzudecken, oder ob es in Zukunft noch ein viertes Bildungsziel braucht?

Birte Niebuhr:

Das ist eine gute Frage. Was ist die Antwort?

Aiso Heinze:

Unsere Kollegin Anke Lindmeier hat in unserem Buch ein ausführliches Kapitel zu dieser Frage verfasst. Sie kommt zu dem Ergebnis, dass die Frage aktuell noch nicht abschließend beantwortet werden kann. Zum jetzigen Zeitpunkt kann eine Erweiterung der bisherigen Trias der Bildungsziele aber nicht klar begründet werden, da die heutigen Ziele des Mathematiklernens für eine digitale Welt in die Trias integriert werden können. Natürlich wird sich das Thema Digitalisierung weiterentwickeln und wir werden sehen, welche Forderungen in zehn Jahren an den Mathematikunterricht gestellt werden.

Birte Niebuhr:

Dann sind ja zumindest aktuell alle Fragen geklärt, oder?

Stefanie Rach:

Na ja, das kann man so nicht sagen. Das primäre Ziel unseres Buches ist ja nicht, neue Gewissheiten zu verbreiten. Wie anfangs schon deutlich wurde, gibt es bisher sehr wenig Arbeiten, die sich spezifisch mit dem Beitrag des Faches Mathematik in der gymnasialen Oberstufe auseinandersetzen, und wir wollten hier Vorschläge machen, um eine Debatte zu initiieren. Damit diese Debatte auch gleich beginnt, haben wir erfahrene Kolleginnen und Kollegen wie Lisa Hefendehl-Hebeker, Kristina Reiss, Daniel Pittich und Heinz-Elmar Tenorth gebeten, im letzten Kapitel des Buches die inhaltlichen Beiträge kritisch zu diskutieren und weitere Vorschläge zu machen. Wir hoffen, dass die Rolle des

Mathematikunterrichts in der gymnasialen Oberstufe dadurch stärker in den Fokus der fachdidaktischen und bildungswissenschaftlichen Diskussion kommt.

Birte Niebuhr:

Vielen Dank für dieses passende Schlusswort, Frau Rach. Damit sind wir am Ende dieser Folge Nr. 9 von „Forschung für Bildung“, dem Podcast zur mathematikdidaktischen Forschung. Ganz herzlichen Dank an Sie alle: Frau Rach, Herr Rolfes, Herr Ufer und Herr Heinze. Danke, dass Sie unseren Hörerinnen und Hörern diese spannenden Einblicke gegeben haben, was es mit den Bildungszielen des Mathematikunterrichts in der gymnasialen Oberstufe auf sich hat. Anzumerken ist, dass es in dem Buch nicht nur um die Bildungsziele geht, sondern dass auch noch weitere Themen behandelt werden. Das Buch ist im Waxmann-Verlag erschienen und ist als digitale Ausgabe kostenlos erhältlich. Den Link finden Sie in den Shownotes.

Liebe Zuhörerinnen und Zuhörer, schalten Sie auch demnächst wieder ein, wenn wir uns mit einem weiteren spannenden Thema der mathematikdidaktischen Forschung beschäftigen. Das nächste Mal werden wir uns mit den Mathematikleistungen von Schülerinnen und Schülern der Oberstufe beschäftigen. Und zwar diskutieren wir die spannende Frage, ob Schülerinnen und Schüler früher besser in Mathematik waren als heute und welche Herausforderungen es gibt, wenn man dies untersuchen möchte. Bis dahin freuen wir uns natürlich, wenn Sie unseren Podcast „Forschung für Bildung“ bei Spotify oder einfach unseren YouTube-Kanal abonnieren. In beiden Fällen werden Sie sofort benachrichtigt, wenn die nächste Folge verfügbar ist.

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

Schön, dass Sie dabei waren. Bis bald und auf Wiedersehen.

Shownotes:

Rolfes, T., Rach, S., Ufer, S., & Heinze, A. (Hrsg.) (2022). Das Fach Mathematik in der gymnasialen Oberstufe. Münster: Waxmann.

<https://doi.org/10.31244/9783830996019>