Editorial

Auf dem Umschlagbild sehen Sie in dieser Ausgabe ein blühendes Rapsfeld. Zusammen mit den Gewitterhimmel ist es ein Hingucker und die Kombination symbolisiert mein aktuell etwas zerrissenes Lebensgefühl ganz gut. Es ist wieder heller und wärmer und das leuchtende Rapsgelb ist für mich jedes Jahr das Finale des Frühjahrsblühens von Schlehen, Kirschen und Äpfeln, deren Farben hoffnungsvolle Akzente setzen und das Zunehmen des Tageslichts begleiten bis der Sommer schließlich in Reichweite ist. Auf meiner Fahrt zur Gaußvorlesung nach Greifswald leuchtete der Raps im Norden noch ein zweites Mal durch die Zugfenster und war mir ein freundlicher Begleiter (um Karlsruhe war die Blüte schon eher).

So viele Menschen, wie ich am Rande der Gaußvorlesung getroffen habe, hatte ich schon sehr lange nicht mehr um mich. Und so schön, wie das alles war – ich fühlte mich von so viel sozialer Interaktion hinterher ein bisschen erschlagen. Dass diese Gaußvorlesung nun nach zweimaligem Verschieben stattfinden konnte, war schön, ist aber nicht mehr mit so viel Hoffnung auf zukünftige Tagungen und Treffen verbunden wie noch Ende 2021. Denn nachdem im September 2021 wieder Veranstaltungen stattfinden konnten, hat Omikron die Infektionszahlen erst richtig in die Höhe getrieben und seitdem ist die Inzidenz nicht wirklich wieder in zwei- oder gar einstellige Bereiche gesunken während die Welle von Variante BA5 schon spürbar ist und wohl eine „Covid-Sommerpause" vereiteln wird.

Und ich sehe mich etwas ratlos um, wie kopflos wir durch diese neue Realität gehen sollen, obwohl die Wissenschaft (und auch die Mathematik) Handlungsszenarien entwickelt hat, die mit kleinen Einschränkungen und wenigen technischen Maßnahmen die Ansteckungen zwar nicht verhindern, aber zumindest auf einem viel niedrigeren Niveau halten würden. Im Heft finden Sie einen Beitrag von Kolleg*innen aus Graz, die modellieren, wie typische Interaktion der Studierenden und Lehrpersonen in einem universitären Alltag die Verbreitung der Krankheit beeinflusst. Das ist auch gleichzeitig ein Beispiel dafür, wie soziale Prozesse mathematischen Modellen zugänglich werden, wenn die Computer leistungsfähig genug sind, den Verästelungen der potentiellen Begegnungen zu folgen.

Neben den Sorgen um die Entwicklung unseres Lebens mit Covid wird die Hoffnung auf ein baldiges Ende des Krieges in der Ukraine gedämpft. Er dräut nun schon Monate mit allen Auswirkungen auf unser Leben jetzt und mit allen Befürchtungen für die Zukunft am Horizont.

Einen kleinen Plan von mir hat dieser Krieg auch zunichte gemacht – ich wollte im Juli gern an der Tagung zu Ehren von O. A. Ladyzhenskaya in St. Petersburg teilnehmen: eine wichtige Figur in meinem Arbeitsgebiet. Dieses Jahr ist ihr 100. Geburtstag, und mit viel Liebe und Verehrung hatten die Kolleginnen und Kollegen einen Satelliten zur ICM-Tagung organisiert. Was uns aber bleibt, ist die Sammlung von Berichten und Erinnerungen an eine besondere Frau und Mathematikerin: www.pdmi.ras.ru/pdmi/en/memoirs/ladyzhenskaya – und die Verleihung des Ladyzhenskaya-Preises in Mathematischer Physik am 2. Juli in Helsinki: 2022.worldwomeninmaths.org/olga-alexandrovna-ladyzhenskaya-prize.

Es braucht nicht immer die ganz großen Vorreiter und Vordenkerinnen, um sich im eigenen Fachgebiet inspiriert und am rechten Fleck fühlen zu können. Aber ein Netzwerk von Menschen, die mir ähnlich sind und mich auf dem Weg begleiten können, ist vielleicht das wertvollste Gut. In der Mathematik fehlt diese Erfahrung den jungen Kolleginnen jedoch oft. Dem kann z. B. durch Mentorinnenprogramme begegnet werden. Zu oft schrecken wir jedoch vor dem damit verbundenen Aufwand zurück. Das muss nun nicht mehr sein, denn es gibt ein Handbuch mit sehr viel konkretem Material, das zu Verwendung und Anwandlung förmlich einlädt. Den Weg zur Quelle finden Sie in diesem Heft. Im nächsten werden wir auch darüber berichten, wie Frauennetzwerke durch diese Art von Mentoring in der Mathematik entstanden sind.

Gleich drei Beiträge wenden den Blick zurück – wir führen die lose Folge von Beiträgen über Mathematik in Norwegen weiter, schauen auf die Geschichte der Mathematischen Gesellschaft der DDR und ihre bis heute spürbaren Wirkungen auf die DMV, und auf das Leben von A. N. Kolmogorow.

Genießen Sie die helle Zeit,

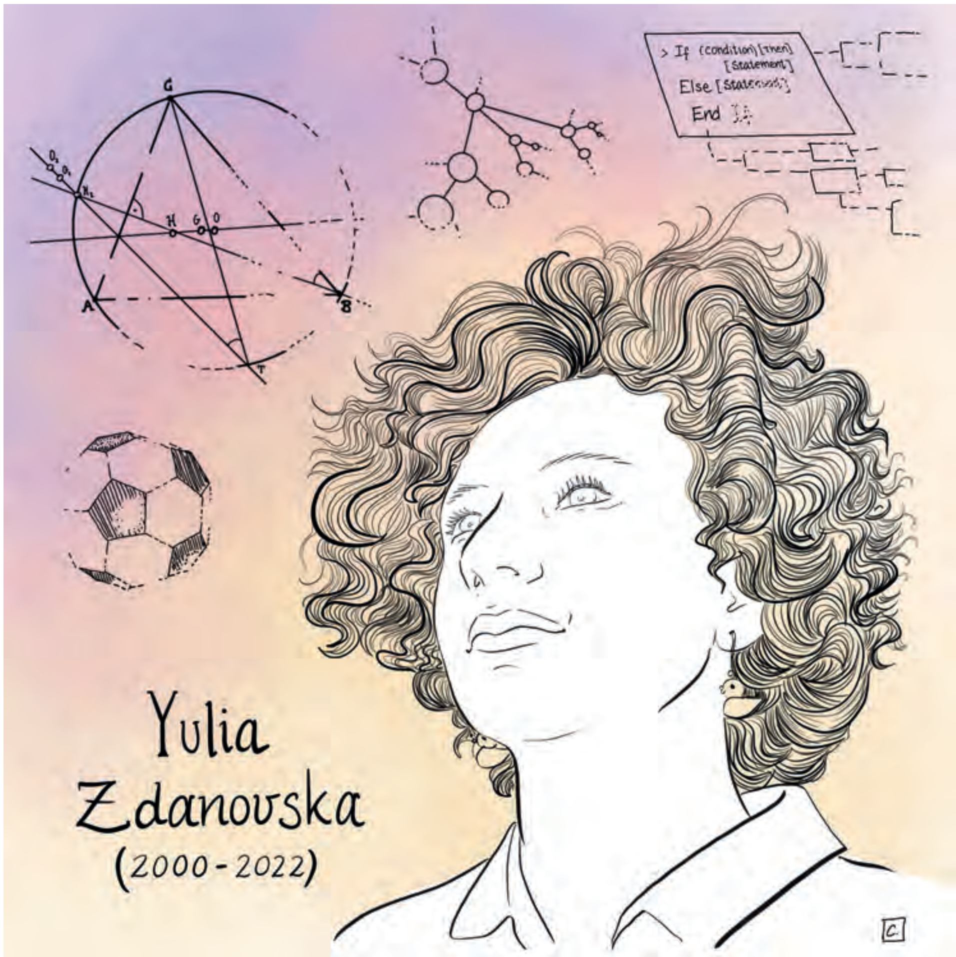
G. Thäter

DOI 10.1515/dmvm-2022-0026

Inhalt

DOI 10.1515/dmvm-2022-0027

Umschlagfoto
Gudrun Thäter



Yulia Zdanovska

Als Herausgeberin ist es mir wichtig, dass in jedem Heft ein Beitrag zu finden ist, in dem Mathematik in Bildern als schön, überraschend, lustig oder ästhetisch erlebbar ist. In dieser Ausgabe gibt es im Gegensatz dazu das Bild, das Constanza Rojas-Molina unter dem Eindruck des Todes von Yulia Zdanovska[1] gezeichnet hat.

> Wenige Tage nach dem Angriff auf die Ukraine wurde in Charkiw die junge Mathematikerin Yulia Zdanovska von einer russischen Rakete tödlich getroffen. 2017 hatte sie an der EGMO in Zürich teilgenommen und die Silbermedaille gewonnen. [...] Eine junge Frau, die sich für die Mathematik einsetzte und sich bei *Ukraine4teach* engagierte.[2]

Unter den Reaktionen auf ihren Tod sticht für mich das Stipendienprogramm des MIT heraus, das einen von Yulias Träumen zumindest für einen gewissen Zeitraum realisiert:

> Yulia's Dream ist ein kostenloses Mathe-Förder- und Forschungsprogramm für herausragende High-School-Schüler*innen (Klassen 9–11) aus der Ukraine. Im Rahmen dieses Programms treffen sich die Schüler*innen einmal wöchentlich online in kleinen Gruppen, um fortgeschrittene mathematische Themen zu studieren, die über den Lehrplan hinausgehen, oder um unter der Anleitung von akademischen Mentoren aus dem Kreis der MIT-Mathematikabsolvent*innen und MIT-Mathematikstudierenden an mathematischen Forschungsprojekten zu arbeiten. Der Unterricht wird in Ukrainisch, Englisch und Russisch angeboten.[3]

Gudrun Thäter

Anmerkungen

1. de.wikipedia.org/wiki/Julija_Sdanowska
2. Agnes Handwerk, In memoriam Yulia Zdanovska, tinyurl.com/3rbjnuc6.
3. Übersetzt auf der Grundlage von tinyurl.com/cdwzjv6j.

Constanza Rojas-Molina ist Mathematikerin und Illustratorin. In Chile geboren hat sie in Frankreich promoviert und danach sechs Jahre in Deutschland (in Bonn und Düsseldorf) als Postdoc und Juniorprofessorin gearbeitet. Nun ist sie zurück in Frankreich. Ihr Arbeitsgebiet ist die mathematische Physik, an der Schnittstelle von Analysis und Wahrscheinlichkeitsrechnung.
crojasmolina.com

DOI 10.1515/dmvm-2022-0028

Grußwort der Präsidentin

Liebe DMV-Mitglieder,
haben Sie derzeit auch so ein komisches „dazwischen“-Gefühl? Es fällt schwer, die allgemeine Lage einzuschätzen, denn es gibt Dinge, über die man sich freuen kann – und einige, die einen nachdenklich stimmen, deren Entwicklung nicht vorhersehbar ist.

Eine gute Nachricht ist – es gibt nun wieder viele Präsenzveranstaltungen, und so können Sie die Mitglieder des DMV-Präsidiums derzeit an vielen verschiedenen Orten antreffen. Am 12. Mai fand in Greifswald die erste Gauß-Vorlesung des Jahres in der historischen Aula der Universität Greifswald statt. Dort gab Frau Prof. Ulrike Tillmann, die übrigens gerade Präsidentin der London Mathematical Society – also unserer englischen Schwestergesellschaft – ist, einen spannenden Einblick in die Grundzüge und die neueren Entwicklungen der typologischen Datenanalyse.

Übrigens: Sollten Sie mal die Gauß-Vorlesung an Ihrer Hochschule organisieren möchten, sprechen Sie einfach unseren langjährigen Beauftragten, Prof. Bernhard Hanke von der Universität Augsburg, an! Anregungen sind immer herzlich willkommen.

Am 31. Mai feierten wir zusammen mit der DPG, der GDCH und dem VBIO die Verleihung der Ars Legendi Fakultätenpreise für Mathematik und Naturwissenschaften in Frankfurt. Dem Preisträger für die Mathematik, Herrn Prof. Martin Schlather von der Universität Mannheim, möchte ich an dieser Stelle nochmal recht herzlich gratulieren! Er wurde geehrt für seine Umsetzung des „service learning“, welche das Ziel hat, universitäre Lehre mit gesellschaftlichem Engagement zu verbinden. Aber was bedeutet das konkret für die Mathematik? Seine Antwort hat die Jury überzeugt: Zum Beispiel hat er den studentischen Verein STADS – *student's association for data anlytics and statistics* – mit initiiert und unterstützt ihn seither tatkräftig. STADS bietet Weiterbildungen wie Programmierkurse von Studierenden für Studierende an, organisiert Wettbewerbe und koordiniert Projekte im Sinne des Service Learning. STADS hat 2018 die komplette statistische Hintergrundarbeit einer großen SWR-Reportage zu Verspätungen im Rettungsbereich durchgeführt. Diese hatte auch praktische Konsequenzen und hat letztendlich maßgeblich zur Verbesserung der Einsatzplanung beigetragen. In einem anderen Projekt konnte die Initiative Methoden des maschinellen Lernens einsetzen, um den lokalen Verkehrsbetrieben eine deutlich verbesserte Verspätungsprognose für ihre Busse und Bahnen zur Verfügung zu stellen.

Die Preisverleihung fand übrigens an einem historischen Ort statt, nämlich im Physikalischen Verein in Frankfurt. In diesem Gebäude haben vor genau 100 Jahren (genauer: im Frühjahr 1922) Otto Stern und Walther Gerlach mit ihrem berühmten Experiment den Spin des Elektrons entdeckt – was aber erst 1925 Samuel Goudsmit und George Uhlenbeck so erklären konnten. Das ist nicht nur spannende Physik, sondern war auch der Aufbruch in neue Mathematik: die Entdeckung zeigte, welche realen Konsequenzen es hat, dass die orthogonale Gruppe nicht einfach zusammenhängend ist. Daraus entstand dann der Begriff der Spin-Mannigfaltigkeit, des Dirac-Operators als einem elliptischen Differentialoperator erster Ordnung, der von ebenso fundamentaler Bedeutung ist wie der Laplace-Operator – und der führte wiederum Sir Michael Atiyah und Isidore Singer 1963 zu ihrem Index-Satz und 2004 nach Oslo zur Vergabe des Abelpreises. So schön kann Mathematik sein!

Ebenfalls im Mai konnte man die „Euler-Vorlesung in Sanssouci“ von Prof. Wolfgang Lück (Bonn) im Audi-Max der Universität Potsdam am Neuen Palais genießen. Fast zeitgleich fand in Magdeburg die Bundesrunde der 61. Mathematikolympiade statt, bei der die DMV immer drei Sonderpreise stiftet. Eine Besonderheit dabei war: das gesamte Olympiade-Team der Ukraine, vier Schülerinnen und Schüler aus Kyiv und Kharkiv, hat mit Gaststatus hier teilgenommen und trotz widriger Umstände sehr gut abgeschnitten. So konnte diesem schrecklichen Krieg ein kleines Zeichen der Gastfreundschaft und der Völkerverständigung entgegengesetzt werden.

Ihre Ilka Agricola

DOI 10.1515/dmvm-2022-0029

Gleichmäßig ungleichmäßig
Mitteilungen 30-1 (2022)

Die Seite für Kinder in den *Mitteilungen der DMV* hat mich bewogen, eine an sich alte Sache wieder hervorzunehmen und mit den heutigen technischen Möglichkeiten (Animationen) aufzupeppen:

www.walser-h-m.ch/hans/Miniaturen/P/Punktraster2/Punktraster2.html

Vielen Dank für die Anregung

Hans Walser, Frauenfeld (Schweiz)

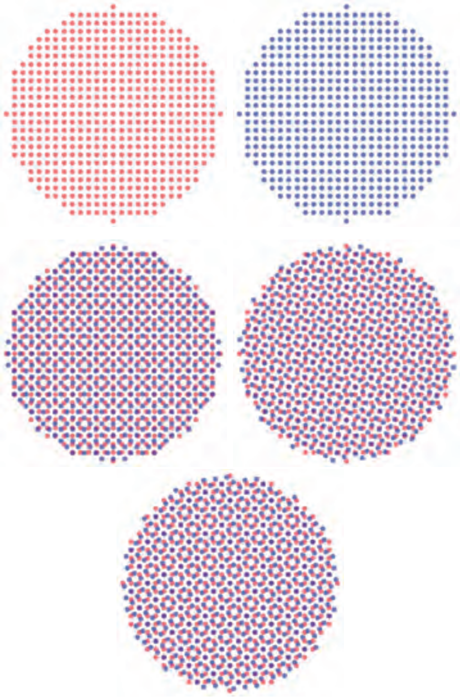


Foto: Gudrun Thäter

Vor der 37. Gauß-Vorlesung, Greifswald

Corrigendum: 20 Jahre GAUSS IN ...
Mitteilungen 30-1 (2022)

Infolge eines Missverständnisses im Korrekturgang ist leider der folgende abschließende Satz des Beitrags getilgt worden:

> Schon jetzt blicken wir auf das Jahr 2027, in dem wir am 30. April nicht nur den 250. Geburtstag von Gauß feiern werden, sondern auch das 25-jährige Jubiläum der Gauß-Vorlesung der DMV.

Die korrigierte Version ist unter doi.org/10.1515/dmvm-2022-0023 zugänglich.

DOI 10.1515/dmvm-2022-0030

News, Tipps und Termine

Thomas Vogt

Ausgezeichnet

Dennis P. Sullivan erhält den Abelpreis des Jahres 2022. Der renommierte Mathematik-Professor der Stony Brook University, USA, und der Graduate School und des University Center of the City University of New York wird für seine herausragenden Beiträge zur Topologie ausgezeichnet und insbesondere für ihre algebraischen, geometrischen und dynamischen Aspekte, wie die norwegische Akademie der Wissenschaften im März 2022 mitteilte.

Sullivan habe die Topologie nachhaltig geprägt, indem er neue Konzepte entwickelt, zentrale Sätze bewiesen, lange offen gebliebene Vermutungen abschließend geklärt und neue formuliert habe, die das Gebiet ihrerseits wieder stark vorangebracht haben, sagte Hans Munthe-Kaas, der Vorsitzende des Abelpreis-Komitees, zur Begründung. Als charismatischer und umtriebiger Mathematiker habe Sullivan tiefe Verbindungen zwischen erstaunlich unterschiedlichen Bereichen der Mathematik gefunden. Sullivan begann in den 1970er Jahren an Problemen in dynamischen Systemen zu arbeiten und prägte die Chaostheorie.

Sullivan hatte schon in der Vergangenheit mehrere Forschungspreise bekommen, zum Beispiel den Steel-Preis (2006), den Wolf-Preis in Mathematik (2010) und 2014 den Balzan-Preis für Mathematik.

Die Verleihung des Abelpreises durch Seine Majestät, den König von Norwegen, fand am 24. Mai 2022 in Oslo statt.

Foto: Naina Helén Jåma/The Abel Prize

Seine Majestät, der König von Norwegen, verleiht den Abelpreis an Dennis Parnell Sullivan.

DOI 10.1515/dmvm-2022-0031

Vergeben


Foto: Uwe Dettmar

Der Ars legendi-Fakultätenpreis für exzellente Hochschullehre geht in der Kategorie Mathematik an Martin Schlather. Der Stochastik-Professor an der Fakultät für Wirtschaftsinformatik und Wirtschaftsmathematik der Universität Mannheim hat z. B. das innovative Konzept des „Service Learnings“ mit entwickelt, in dem universitäre Lehre mit gesellschaftlichem Engagement verknüpft wird. Er habe dieses Konzept in mehreren Initiativen, etwa mit dem Projekt HAREBE zur verbesserten Lehramtsausbildung oder mit der Studierendeninitiative STADS entfaltet und es in seinen Lehrveranstaltungen in überzeugender und vorbildlicher Weise umgesetzt, so die Jury, der neben Mathematikprofessor*innen auch Studierende angehörten. Angetan zeigte sich die Jury insbesondere davon, dass bei diesem Konzept der unmittelbare Praxisbezug – etwa die Verwendung realer Daten für die Vermittlung des Lehrstoffs – die gesellschaftliche Relevanz des statistischen Lehrstoffs herausstellt und Brücken in die spätere Berufstätigkeit baut. Darüber hinaus trage der praktische Ansatz entscheidend zur Motivation und dem Lernerfolg der Studierenden bei, hieß es in der Begründung.

Die Übergabe des Preises fand gemeinsam mit den anderen den Preis vergebenden Fachgesellschaften DPG, GDCh und VBio am 31. Mai in Frankfurt am Main statt.

Prämiert


Foto: Kay Herschelmann

Der Tübinger Preis für Wissenschaftskommunikation des Jahres 2022 geht an die Mathematikerin Prof. Dr. Carla Cederbaum. Sie bekommt den Preis für ihr kontinuierliches Bemühen um die Vermittlung der Mathematik an Kinder und Erwachsene (vgl. S. 143). „Carla Cederbaum ist seit vielen Jahren eine herausragende Kommunikatorin der Mathematik“, heißt es in der Begründung der Jury. „Mit ihren Vorträgen, Workshops und populärwissenschaftlichen Veröffentlichungen ist sie eine im besten Sinne beispielgebende und vorbildliche Botschafterin einer Disziplin, deren Anwendungsmöglichkeiten immer mehr die moderne Welt durchdringen. Cederbaum gelingt es dabei immer wieder, komplexe mathematische Probleme mit besonderer Klarheit, Anschaulichkeit und Alltagsnähe zu vermitteln.“

Den Tübinger Preis für Wissenschaftskommunikation gibt es seit 2020. Er soll Wissenschaftler*innen der Universität Tübingen dazu motivieren, über die Methoden und Ergebnisse ihrer Forschung in einen intensiven Dialog mit der Gesellschaft einzutreten. Die Auszeichnung ist Teil der Exzellenzstrategie der Universität Tübingen und soll den Austausch zwischen Wissenschaft und Gesellschaft fördern und ist mit 10 000 Euro dotiert. Die Verleihung findet im Juli statt.

Vergeben


Foto: Univ. Münster

Im April hat die Nürnberger Friedrich-Alexander-Universität zum achten Mal den Karl Georg Christian von Staudt-Preis vergeben.

Er ging an Burkhard Wilking, Professor für Differentialgeometrie an der Westfälischen Wilhelms-Universität in Münster. Wilking ist ein international anerkannter Experte für Riemannsche Geometrie und erzielte Durchbrüche bei der Klassifikation Riemannscher Mannigfaltigkeiten positiver Krümmung und zur Frage der Konvergenz des Ricci-Flusses.

Der Karl Georg Christian von Staudt-Preis wird alle drei bis sechs Jahre an einen oder mehrere Mathematiker*innen vergeben, die an einer deutschen Hochschule oder Forschungseinrichtung forschen. Das Preisgeld beträgt 25 000 Euro.

Gewonnen

Bei der European Girls’ Mathematical Olympiad 2022 (EGMO) in der ungarischen Stadt Eger hat das deutsche Team eine Gold-Medaille sowie einmal Silber und zweimal Bronze geholt. An dem internationalen Spitzen-Turnier für mathematisch begabte Schülerinnen nahmen insgesamt 222 Jugendliche aus 57 Ländern teil. Von den vier deutschen Starterinnen erzielte Réka Amélie Wagener (11. Klasse) aus Siegen das beste Ergebnis und gewann eine Gold-Medaille – die erste überhaupt für das deutsche Team in der Geschichte des Turniers. Eine Silber-Medaille


Liceum TV, youtu.be/iotCFJbJFJg

European Girls' Mathematical Olympiad 2022 (Standbild aus dem Film zur Abschlussveranstaltung)

erhielt Olesia Gaiduk (12. Klasse) aus Berlin. Anna Leeb (10. Klasse, München) und Ruth Plümer (11. Klasse, Siegen) gewannen Bronze. Die vier Mitglieder des deutschen Teams hatten sich als die besten Teilnehmerinnen bei den Vorauswahlklausuren zur Internationalen Mathematik-Olympiade 2022 für die EGMO qualifiziert. In zwei viereinhalbstündigen Klausuren setzten sich die Schülerinnen mit insgesamt sechs komplexen mathematischen Problemen auseinander.

Die European Girls' Mathematical Olympiad (EGMO) ist ein internationaler Mathematikwettbewerb für mathematisch begabte Schülerinnen, der in Form und Ablauf an die Internationale Mathematik-Olympiade angelehnt ist. Seit 2012 nehmen jährlich Schülerinnen aus über 50 Ländern aus der ganzen Welt an dem Nachwuchsturnier teil. Jedes Land kann maximal vier Schülerinnen ins Rennen schicken.

In Deutschland organisieren die bundesweiten Mathematik-Wettbewerbe des Talentförderzentrums Bildung & Begabung und das Hausdorff Center for Mathematics der Universität Bonn die Auswahl und Vorbereitung des deutschen Teams.

Erinnert

Das Bonner Hausdorff Center für Mathematik HIM erinnerte an den 80. Todestag seines Namensgebers mit einem dreistündigen Spaziergang. 15 Gäste sowie Walter Purkert als Hausdorff-Experte nahmen an dem Spaziergang teil, der am ehemaligen Wohnhaus des großen Mathematikers in der Hausdorffstraße 61 begann und – über HIM und Mathematikzentrum – zum Grab der jüdischen Familie Hausdorff auf dem Poppelsdorfer Friedhof führte. Walter Purkert bereicherte den Spaziergang mit historischen Details.

Der Name Hausdorff findet sich vielfach in der Mathematik wieder, zum Beispiel in Hausdorff-Raum, Hausdorff-Maß, Hausdorff-Dimension, Hausdorff-Konvergenz, und Hausdorff-Metrik. Hausdorffs *Grundzüge der Mengenlehre* war das erste Lehrbuch, das die gesamte Mengenlehre systematisch und mit vollständigen Beweisen darstellte. Unter dem Pseudonym Paul Mongré (*à mon gré*, nach meinem Wunsch, wie es mir gefällt) wirkte Felix Hausdorff auch als philosophischer Schriftsteller und Literat.

Mitte 1941 begannen die Nationalsozialisten, die Bonner Juden in das Kloster „Zur ewigen Anbetung" zu deportieren. Von dort erfolgten später die Transporte in die Vernichtungslager. Nachdem Felix Hausdorff, seine Frau und ihre Schwester den Befehl erhalten hatten, in das Lager überzusiedeln, schieden sie gemeinsam am 26. Januar 1942 aus dem Leben. Kurz vor seinem Tod schrieb Hausdorff einen bewegenden Abschiedsbrief an seinen Freund Hans Wollstein. (Siehe hierzu Reinhard Siegmund-Schultze, Kein Überleben für einen älteren Mathematiker: Felix Hausdorffs gescheiterte Emigration und Tod. *Mitteilungen der DMV* 29-3 (2021), DOI 10.1515/dmvm-2021-0052.) Lange galt der Abschiedsbrief im großen Archiv des Universitätsmuseums der Universität Bonn als unauffindbar. Erst vor 12 Jahren wurde er wiederentdeckt, siehe auch Uni-Bonn.tv auf YouTube: youtu.be/GH-vJS59ZLo
: https://bit.ly/39lWjCz

Aufgelegt

Ende 2021 wurde der Otto Toeplitz-Gedächtnisstiftungsfonds am Institut für Mathematik der Universität Bonn eingerichtet. Er fördert Forschung auf dem Gebiet der Geschichte der Mathematik. Nach dem Zweiten Weltkrieg gab es am mathematischen Institut immer wieder Professor*innen, die Interesse an der Geschichte der Mathematik hatten und Arbeiten dazu förderten. Seit etwa 30 Jahren ist das Institut wieder einer der wichtigen Orte mathematikhistorischer Forschung, zum Beispiel mit der Erarbeitung der international beachteten Hausdorff-

Edition (zehn Bände einschließlich einer umfangreichen Hausdorff-Biographie).

Der Otto-Toeplitz-Gedächtnisstiftungsfonds hat das Ziel, auch in den nächsten zehn Jahren qualitätvolle mathematikhistorische Forschung am Institut zu sichern und künftige Mathematiklehrer*innen mit der Geschichte ihres Faches vertraut zu machen. Stifter des Fonds ist der Münchener Unternehmer Gert Purkert, teilte das Hausdorff-Institut kürzlich in seinem Newsletter mit.

Aufgerufen

Die Oberwolfach-Stiftung vergibt in Kooperation mit dem Mathematischen Forschungsinstitut Oberwolfach zwei Preise für Nachwuchsforschende in der Mathematik und ruft alle erfahrenen Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in den jeweiligen Fachgebieten auf, Vorschläge bis zum 1. September 2022 einzureichen. Der Oberwolfach-Preis wird etwa alle drei Jahre in wechselnden Bereichen der Mathematik vergeben. In diesem Jahr ist er für herausragende Leistungen auf dem Gebiet der Algebra und Zahlentheorie ausgeschrieben. Der Oberwolfach-Preis ist mit 10 000 € dotiert. Der John Todd Award wird circa alle drei Jahre für exzellente Leistungen in der Numerischen Analysis verliehen und ist mit 1000 € dotiert.

Nominiert werden können Nachwuchsforschende deren Promotion nicht länger als zehn Jahre zurückliegt. Die Nominierungen sollten eine Beschreibung der wissenschaftlichen Leistungen, einen Lebenslauf sowie eine Publikationsliste der Nominierten enthalten. Über die Vergabe entscheidet die Wissenschaftliche Kommission der Gesellschaft für Mathematische Forschung.

Vorschläge können bis zum 1. September 2022 eingereicht werden an: Prof. Dr. Gerhard Huisken, Direktor, Mathematisches Forschungsinstitut Oberwolfach, Schwarzwaldstraße 9–11, 77709 Oberwolfach, E-Mail: director@mfo.de.

Weitere Informationen zu den Preisen unter www.mfo.de/outreach-media/prizes.

Getagt

Vom 16. bis zum 18. Mai 2022 richtete die von drei großen deutschen Fachgesellschaften für Mathematik DMV, GDM und MNU getragene Mathematik-Kommission „Übergang Schule–Hochschule“ ihre dritte Fachtagung aus. Zahlreiche Repräsentant*innen aus Schulen, Hochschulen, Kultusministerien und Landesinstituten der Bundesländer folgten der Einladung der Kommission und kamen nach Münster. Ausgangspunkt der Diskussionen dieser Arbeitstagung war der vor drei Jahren verabschiedete Maßnahmenkatalog zur Verbesserung des notorisch schwierigen Übergangs von der Schule in die Hochschule im Fach Mathematik (bit.ly/3H7QNzX). Immer wieder zeigt sich eine große Lücke zwischen den mathematischen Vorkenntnissen, die Studienanfänger*innen aus ihrer Schulausbildung mitbringen und denen, deren Beherrschung die Hochschulen von ihnen erwarten.

Weitere Informationen auf www.mathematik-schule-hochschule.de.

Foto: ???

Die Mathematik-Kommission „Übergang Schule–Hochschule“ im Mai 2022

initiiert

Im Jahr 2000 veröffentlichte das kanadische Clay Mathematics Institute eine Liste von sieben großen mathematischen Problemen. Diese so genannten Millennium-Probleme wurden damals als die zentralen Probleme der Mathematik angesehen. Sie sind – mit nur einer Ausnahme, der Poincaré-Vermutung – bis heute ungelöst. Zu den Millennium-Problemen findet von Frühjahr bis Herbst 2022 die bundesweite Veranstaltungsreihe „Die 7 größten Abenteuer der Mathematik“ statt. Die Initiatoren der Veranstaltungsreihe sind die Junge Akademie und die DMV. Verschiedene mathematische Forschungsstandorte organisieren ihre eigenen Veranstaltungen mit ausgewiesenen Mathematikerinnen und Mathematikern zu je einem der Millennium-Probleme. Das Ziel der Veranstaltungsreihe, die auch von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) unterstützt wird, ist es, ein aktuelles Bild mathematischer Forschung zu vermitteln und Begeisterung für das Abenteuer Mathematik zu wecken. Für Schülerinnen und Schüler gibt es – je nach Standort – Zusatzveranstaltungen. Informationen zu den Millennium-Problemen, den Veranstaltungen und den beteiligten Standorten bietet die Website 7abenteuer.diejungeakademie.de.

Vom 2. bis zum 15. Juni gab es in Münster für verschieden Zielgruppen Veranstaltungen zum Thema „Rätselhaft und bislang unbewiesen: Die Vermutung von Birch und Swinnerton-Dyer“, weitere Termine auf Seite 92.

Eingerichtet

In Zusammenarbeit mit dem Institut für Mathematik der Universität Münster richtet die DMV ein langfristiges Projekt zur Unterstützung von Mathematikerinnen und Mathematikern aus der Ukraine ein. „Als ersten Schritt rufen wir alle mathematischen Einrichtungen und einzelne Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler in Deutschland auf, die mit Stipendien, befristeten Stellen etc. helfen wollen, sich auf der Website zu registrieren“, sagte DMV-Präsidentin Ilka Agricola beim Freischalten des Internetportals und dankte der Universität Münster für dessen Einrichtung. „Wir laden Mathematikerinnen und Mathematiker aller Karrierestufen aus der Ukraine ein, ihre Bewerbungen an dieses Portal zu senden, und versuchen dann, die beste mathematische und persönliche Passung zwischen Angebot und Bewerbung zu finden.“

www.go.wwu.de/math-for-ukraine

Termine

- 23. 6.–1. 7. 2022, Bonn
  Reihe „7 Abenteuer“: Vier Veranstaltungen zur Riemannschen Vermutung
  www.7abenteuer.diejungeakademie.de
- 1. 7. 2022, Berlin
  Reihe „7 Abenteuer“:
  Drei Veranstaltungen zu „P vs. NP“
  www.7abenteuer.diejungeakademie.de
- 1. 7. 2022, virtuell
  World Meeting for Women in Mathematics (WM)^2
  2022.worldwomeninmaths.org
- 6.–14. 7. 2022, Helsinki, Finnland/Online
  Internationaler Mathematikerkongress ICM
  www.mathunion.org/icm/virtual-icm-2022
- 15.–22. 7. 2022, Heidelberg
  Reihe „7 Abenteuer“:
  Zwei Veranstaltungen zur Poincaré-Vermutung
  www.7abenteuer.diejungeakademie.de
- 6.–16. 7. 2022, Oslo, Norwegen
  Internationale Mathematikolympiade IMO
  www.imo2022.org
- 3.–5. 8. 2022, Leipzig
  Studierendenkonferenz StuKon 2022
  www.mathematik.de/stukon
- 22.8.–26. 8. 2022, Helsinki, Finnland
  European Women in Mathematics
  General Meeting 2022
  www.europeanwomeninmaths.org
- 12.–16. 9. 2022, Berlin, Freie Universität
  DMV-Jahrestagung 2022
  www.mathematik.de/dmv/jahrestagungen
- 22. 11. 2022, Leipzig
  38. Gauß-Vorlesung der DMV
  László Lovász (ELTE Universität und Rényi Institut, Budapest)
  www.mathematik.de/dmv/gauss-vorlesungen

Weitere News, Tipps, Termine auf mathematik.de sowie auf LinkedIn, Facebook und Twitter. Alle Termine stehen unter dem Vorbehalt von Pandemie-Einschränkungen.

Ausgelobt

Die DMV lobt dieses Jahr wieder Cartoonpreise für Mathematik aus. Die Partner des Aufrufs, der am 14. März, dem Internationalen Tag der Mathematik erfolgt ist, sind das Cartoonportal www.toonpool.com und das Mathematikportal IMAGINARY. Der Wettbewerb richtet sich an alle professionellen Cartoonist*innen, Zeichner*innen und Künstler*innen weltweit.

Für die beste humorvolle Zeichnung zur Mathematik gibt es ein Preisgeld von 1000 Euro, für den zweiten Platz 500 Euro, für den dritten 250 Euro. Zusätzlich können bis zu fünf lobende Erwähnungen ausgesprochen werden. Die Preisgelder stiftet die Deutsche Mathematiker-Vereinigung (DMV), die schon zweimal mit toonpool zusammen Mathematik-Cartoonpreise ausgelobt hat. „Mit dem diesjährigen Cartoonpreis möchten wir an die großen Erfolge der Jahre 2008 und 2013 anknüpfen, in denen jeweils mehrere hundert Mathe-Cartoons aus aller Welt eingereicht wurden“, sagt Günter M. Ziegler, Initiator des ersten DMV-Cartoonpreises im Jahr der Mathematik 2008.

Die Entscheidung über zu prämierende Cartoons trifft eine Jury, die aus Abgesandten der drei Partner sowie gegebenenfalls Sponsoren bestehen wird. Die Preisträger*innen sollen auf der DMV-Jahrestagung gefeiert werden, die am 12. September 2022 an der Freien Universität Berlin beginnt. Herausragende Beiträge sollen aber auch schon früher öffentlich gezeigt werden.

Eingeladen

Die DMV-Jahrestagung 2022 findet vom 12.–16. September an der Freien Universität Berlin statt. Organisiert wird sie von Vertretern aller drei Berliner Universitäten.

Die Registrierung ist ab sofort auf www.conftool.org/dmv2022 möglich. Weitere Informationen: www.mi.fu-berlin.de/dmv2022.

Thomas Vogt
Medienbüro Mathematik, Freie Universität Berlin,
Institut für Mathematik, Arnimallee 2, 14195 Berlin
Tel. (030) 838 75657 · medienbuero@mathematik.de

Programmieren kann jede(r)

Patricia Merschel

she.codes ist eine junge, weibliche Hochschulgruppe, die sich dafür einsetzt, gezielt Schülerinnen in der Mittelstufe an das Thema Informatik heranzuführen. Für den geringen Anteil an weiblichen Studierenden in diesem Fachbereich gibt es unterschiedliche Gründe, denen she.codes mit einem Workshop- und einem Mentoringangebot begegnet. Die Mitglieder setzen sich ehrenamtlich für die Hochschulgruppe ein und hoffen, als nahbare Vorbilder ihr Interesse im Bereich Informatik an die Schülerinnen weitergeben zu können und einen lockeren Austausch mit ihnen zu ermöglichen.

she.codes@KIT×TUM – Wer wir sind

Programmieren kann jede(r)! – Unter diesem Motto wurde die Hochschulgruppe she.codes@KIT×TUM (she.codes) im Jahr 2019 von drei Studentinnen gegründet. Anfangs nur am Karlsruher Institut für Technologie (KIT) vertreten, weitete sich die Hochschulgruppe kurze Zeit später auch auf die Technische Universität München (TUM) aus. Inzwischen besteht she.codes aus einer Gruppe von mehr als 35 aktiven Mitgliedern, die sich ehrenamtlich für die Hochschulgruppe einsetzen. Darunter sind überwiegend Studentinnen aus den unterschiedlichen Fachbereichen der Universitäten KIT und TUM, aber auch einige junge berufstätige Frauen aus ganz Deutschland. Gemeinsam verfolgen sie das Ziel, Schülerinnen für den Bereich Informatik zu begeistern.

Was wir machen

Das Angebot von she.codes besteht hauptsächlich aus kostenlosen Programmierworkshops und richtet sich an Schülerinnen im Alter von 11 bis 14 Jahren. Ursprünglich wurden die Workshops jeweils über ein ganzes Wochenende in Räumlichkeiten der Universitäten abgehalten. Inzwischen finden sie aufgrund der Pandemie im zwei- bis dreistündigen Online-Format statt. In den Online-Workshops werden grundlegende Kenntnisse in der Programmiersprache Python vermittelt. Durch das Programmieren von Spielen, wie „Schere-Stein-Papier“ oder „Galgenmännchen“, lernen die Schülerinnen spielerisch die Grundlagen des Programmierens. Im Anschluss erhält jede Teilnehmerin ein Zertifikat über ihre erfolgreiche Teilnahme am Workshop.

Anfangs wurden nur einzelne Online-Workshops angeboten. Nach kurzer Zeit hat sich jedoch herausgestellt, dass im Rahmen der kurzen Workshops kein richtiger Kontakt zu den Schülerinnen aufgebaut werden konnte, wie es in den Präsenzworkshops der Fall war. Dadurch kam die Idee des code-togetHER-Programms auf, um den Teilnehmerinnen über einen längeren Zeitraum hinweg und mit einem parallelen Mentoringprogramm einen besseren Einblick in den Informatik-Bereich zu bieten. Das vierteljährige Programm beinhaltet vier aufeinander aufbauende Online-Workshops. Zusätzlich wird jeder Teilnehmerin eine Mentorin zugeordnet, die Mitglied der Hochschulgruppe ist. Für das Programm ist mindestens ein virtuelles Mentoringtreffen zwischen den einzelnen Workshops vorgesehen. Diese werden individuell gestaltet und dienen neben dem Aufarbeiten der Workshopinhalte mittels Übungsaufgaben insbesondere dem Austausch zwischen Mentorin und Mentee.

Fotos: Christian Seeger

Eindrücke aus einem Offline-Workshop

DOI 10.1515/dmvm-2022-0032

Foto: Christian Seeger

Nach dem Workshop erhält jede Teilnehmerin ein Zertifikat.

Wie wir arbeiten

Grundsätzlich sind für die Workshops keine Vorkenntnisse erforderlich. Am Anfang findet eine kurze technische Einführung statt, um ein selbstständiges Arbeiten ohne Eltern zu ermöglichen. Für die reibungslose Durchführung der Online-Workshops sind klare Rollen verteilt. Im großen Raum der Videokonferenz stellt der *Presenter* die Inhalte des Workshops vor. Die Erstellung des Programmcodes wird in mehrere Aufgaben unterteilt. Nach einer einführenden Erklärung und gegebenenfalls einer kurzen Vorführung wird die erste Aufgabe vorgestellt.

Für jede Aufgabe werden jeweils zwei bis vier Teilnehmerinnen einem *Coach* und einer Breakoutsession zugeteilt. In den Kleingruppen wird die Aufgabe bearbeitet. Dadurch kann die Geschwindigkeit besser auf die Teilnehmerinnen zugeschnitten werden. Der kleinere Rahmen fördert außerdem die aktive Teilnahme aller Teilnehmerinnen, die selbstständig ihren eigenen Code anfertigen. Der Coach steht ihnen jederzeit unterstützend zur Seite. Nach der Bearbeitung der Aufgabe geht es zurück in die große Gruppe, in der die nächsten Inhalte und anschließend die nächste Aufgabe vorgestellt werden. Das Muster wird weitergeführt, bis der finale Programmcode aus den einzelnen Teilen zusammengefügt werden kann. Der *Admin* ist unterdessen für die Einteilung der Breakoutsessions und das Versenden von Links, zum Beispiel zu der Entwicklungsumgebung, verantwortlich. Außerdem bemüht er sich, technische Probleme bei Teilnehmerinnen zu beheben.

Wieso wir das machen

Im Wintersemester 2020/21 betrug der Anteil an weiblichen Studierenden in MINT-Fächern deutschlandweit lediglich 31,65 % [2]. Im Bereich Informatik lag dieser Wert nur bei 19,24 % [3]. Der geringe Frauenanteil ist unter anderem auf strukturelle und kulturelle Barrieren, sowie Stereotypen zurückzuführen [1]. Die Hochschulgruppe she.codes möchte gezielt Schülerinnen in einem Alter ansprechen, in dem ihre Mitglieder als realistische Vorbilder einen Einfluss nehmen können.

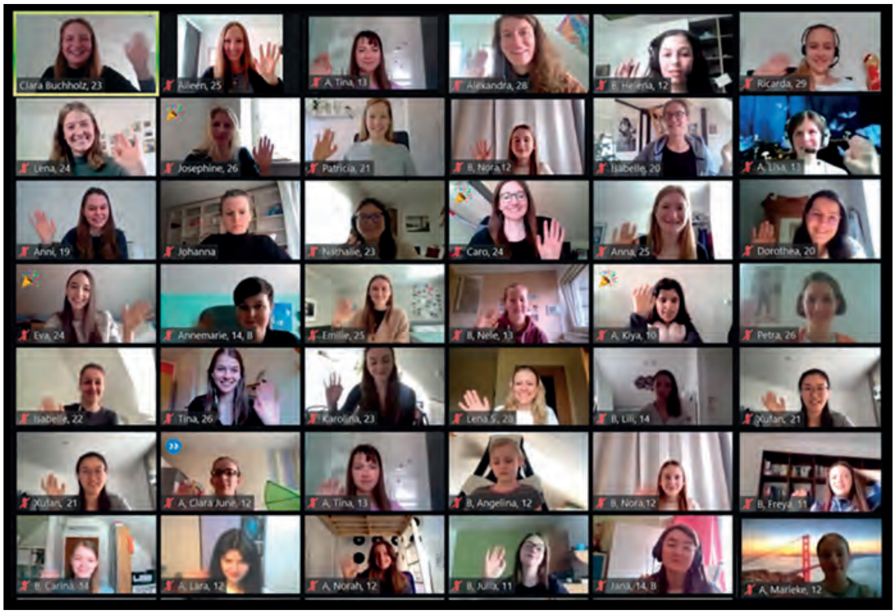
Aus eigener Erfahrung wissen sie, mit welchen Stereotypen und Konflikten eine Schülerin in der Mittelstufe konfrontiert ist. Hinzu kommt, dass viele der she.codes Mitglieder in ihrer Schulzeit selber kaum Kontakt zur Informatik hatten. Ihr Interesse für diese Fachrichtung haben sie erst deutlich später in ihrem Studium oder Beruf entdeckt. Für viele war dies einer der Hauptgründe, der Hochschulgruppe beizutreten. Gemeinsam möchten sie es Schülerinnen ermöglichen, bereits frühzeitig Einblicke in den Fachbereich der Informatik zu erhalten. Da das Thema sehr umfangreich ist, kann nur ein kleiner Teil davon abgedeckt werden. Allerdings geschieht dies in einem ganz anderen Rahmen, als es in der Schule möglich ist. Die she.codes-Mitglieder können von ihren eigenen Erfahrungen berichten und den Schülerinnen einen Eindruck vermitteln, was aus ihrer Perspektive im Bereich Informatik für sie möglich und interessant ist. Im Mittelpunkt stehen dabei Spaß, Begeisterung und der offene Austausch.

Meine Erfahrungen

Inzwischen hat she.codes bereits 25 Workshops durchgeführt und dabei über 350 Schülerinnen erreicht. Die Arbeit in der Hochschulgruppe she.codes ist wirklich bereichernd und macht mir persönlich sehr viel Spaß. Es ist jedes Mal aufs Neue schön zu sehen, mit wie viel Begeisterung die Schülerinnen versuchen, die Programmieraufgaben zu lösen. Für mich ist es spannend zu beobachten, wie clever einige von ihnen sind und mit welcher Leichtigkeit sie es zum Teil schaffen, die Lösung zu erarbeiten und den anderen dann zu erklären, wie sie vorgegangen sind. Wenn sie selber programmieren, merken die Teilnehmerinnen schnell, dass es gar nicht so schwer ist. Genau das möchten wir mit unseren Workshops erreichen.

Obwohl unser Leben aufgrund der Coronapandemie in vielerlei Hinsicht stark eingeschränkt wurde, hat sie sich für unsere Hochschulgruppe als große Chance entpuppt. Der Umstieg auf Online-Workshops hat besser funktioniert als wir es erwartet hatten. Mit dem Online-Format können wir deutlich mehr Schülerinnen erreichen als in Präsenzveranstaltungen, da die Workshops nicht mehr ortsgebunden sind. Obwohl wir in Zukunft gerne wieder Workshops in Präsenz anbieten möchten, werden wir das Konzept der Online-Workshops auf jeden Fall beibehalten.

Ende 2021 wurde nun schon zum zweiten Mal ein code-togetHER-Programm abgeschlossen. Die Strategie funktioniert – die Schülerinnen haben im virtuellen, persönlichen Gespräch die Möglichkeit, alle Fragen zu den Themen Studium, Beruf oder Programmieren zu stellen und darüber mit ihrer Mentorin zu diskutieren. Das Mentoringprogramm ist für uns als Mitglieder der Hochschulgruppe die perfekte Gelegenheit, eine Vorbildrolle einzunehmen und mit Stereotypen aufzuräumen. Obwohl wir keine ausgebildeten Pädagogen sind, können wir den Schülerinnen als authentische Vorbilder unsere eigenen Erfahrungen schildern und mit ihnen eine Diskussion



Ein Online-Workshop

über ihre Vorstellungen und Ideen führen. Besonders jetzt, in einer Zeit, in der der Bereich Informatik zunehmend an Bedeutung gewinnt, möchten wir mehr junge Frauen an Bord holen und aktiv dafür sorgen, dass sie nicht abgehängt werden.

Selbstverständlich versuchen wir, unser Angebot stetig zu verbessern. Um noch stärker den Spaß in den Vordergrund zu rücken, haben wir im letzten code-togetHER-Programm zum ersten Mal ein *Social Event* zum Kennenlernen der Teilnehmerinnen untereinander angeboten. Nach mehreren, von uns vorbereiteten Spielen in der großen Gruppe konnten die Teilnehmerinnen in Breakoutsessions weitgehend selbstständig andere Online-Spiele miteinander spielen. Das Event dauerte aufgrund der großen Begeisterung der Teilnehmerinnen 1,5 h länger als geplant und selbst danach haben sich noch einige zum Weiterspielen über andere Kanäle verabredet. Es war also ein voller Erfolg und wird in zukünftigen Programmen weitergeführt.

Die nächste große Herausforderung, die wir aktuell in Angriff nehmen, ist es, auch Schülerinnen aus einem nicht-akademischen Elternhaus anzusprechen, die möglicherweise nicht in entsprechendem Maße von ihrer Familie im Bereich Informatik unterstützt werden können. Dazu werden wir neue Kanäle aufbauen, über die wir für unsere Angebote werben. Außerdem möchten wir langfristig auch auf unserer Website mehr Informationen über die Möglichkeiten von Studium und Beruf in der Informatik anbieten.

Ideen für die Weiterentwicklung unserer Angebote gibt es viele. Dennoch würde das alles nicht ohne das herausragende Engagement der she.codes-Mitglieder funktionieren. Als junge Hochschulgruppe gibt es für uns noch viel zu lernen und ebenso viel Potential, um deutschlandweit mehr jungen Frauen den Bereich der Informatik näher zu bringen. An dieser Stelle möchte ich mich bei allen, die sich innerhalb der Hochschulgruppe engagieren – ob als Presenter, Coach, Mentorin, Admin oder im Hintergrund in der Organisation der Workshops und der Hochschulgruppe an sich – bedanken. Ich blicke mit viel Freude in die Zukunft, mit dem Wissen, an der Seite von so vielen großartigen Frauen arbeiten zu dürfen.

Literatur

[1] Yves Jeanrenaud, MINT. Warum nicht? Zur Unterrepräsentation von Frauen in MINT, speziell IKT, deren Ursachen, Wirksamkeit bestehender Maßnahmen und Handlungsempfehlungen: Expertise für den Dritten Gleichstellungsbericht der Bundesregierung, 2020. tinyurl.com/2x6m2vkt

[2] J. Rudnicka, Anzahl der Studierenden im Fach Informatik in Deutschland nach Geschlecht in den Wintersemestern von 1998/1999 bis 2020/2021, 2021. tinyurl.com/4p9fw9bu

[3] J. Rudnicka, Anzahl der Studierenden in MINT-Fächern* in Deutschland nach Geschlecht in den Wintersemestern von 2009/2010 bis 2020/2021, 2021. tinyurl.com/2x6m2vkt

Patricia Merschel, Durlacher Allee 22, 76131 Karlsruhe
pmerschel@gmail.com

Patricia Merschel ist Masterstudentin im Fach Wirtschaftsingenieurwesen am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). In der Hochschulgruppe she.codes@KIT×TUM ist sie seit Mai 2021 als Vorstand für Projektweiterentwicklung tätig. Ihre Begeisterung für das Programmieren fand die 22-jährige erst im Rahmen eines Werkstudentenjobs neben dem Studium.

Mentoring Women in Math – ein Praxishandbuch

Carla Cederbaum, Sophia Jahns und Anna Wienhard

Forscherinnen in der Mathematik sind in den meisten Ländern in fast allen Karrierestufen unterrepräsentiert. Die Tatsache, dass der Anteil an Frauen abnimmt, je höher die Qualifikationsstufe der betrachteten Kohorte ist, wird als „Leaky Pipeline"-Effekt bezeichnet. Diese Metapher visualisiert den Karriereweg von Forschenden als eine Pipeline, die mit der Einschreibung in einen Studiengang beginnt und mit einer (vollen) Professur endet; bei jedem Übergang zwischen Abschnitten der Pipeline sinkt der Anteil an Frauen. Die Größe dieses Effekts und auf welcher Stufe er sich am ehesten bemerkbar macht, hängt vom Gebiet der Mathematik und von der geografischen Region ab, aber er existiert nachweisbar und kann in vielen verschiedenen Disziplinen und Ländern gemessen werden.

Ein möglicher Beitrag zum Abbau dieser geschlechterspezifischen Unterschiede kann das Anbieten von spezifischen Mentoring-Programmen für Frauen in der Mathematik sein. Dabei werden Frauen in der Wissenschaft Mentor*innen an die Seite gestellt, die ihnen sowohl als Vorbilder dienen und sie unterstützen und ermutigen, als auch ihnen helfen können, ein professionelles Netzwerk aufzubauen, sodass letztlich weniger Forscherinnen aussteigen. Während es umfangreiche Literatur zum Thema Mentoring gibt und Mentoring in der Praxis so weit verbreitet wie vielfältig ist, gibt es (unseres Wissens) keine praktischen Leitlinien und Handbücher über die Umsetzung eines Mentoring-Programms mit dem oben genannten Ziel speziell für Frauen in der Mathematik. Wir möchten diese Lücke schließen, indem wir Grundsätze für das Mentoring aufstellen, Best-Practice-Beispiele beschreiben sowie Checklisten und Vorlagen für die Einführung und die Verwaltung eines Mentoring-Programms (E-Mails, Registrierungs- und Feedbackformulare, Poster usw.) zur Verfügung stellen. Darüber hinaus wird eine Schulung für Mentor*innen (die sich speziell an Frauen in der Mathematik richtet) detailliert beschrieben; kostenlose und frei zugängliche Materialien für diese Schulung werden bereitgestellt. Die Methoden, die wir beschreiben, sind für das Mentoring innerhalb einer akademischen Institution konzipiert. Sie basieren auf folgenden Grundsätzen und Überzeugungen:

1. Eine Pyramidenstruktur aus Mentor*innen und Mentees: Mentor*innen sollten ihrer/ihren Mentee(s) nur eine oder höchstens zwei Karrierestufen voraus sein, sodass die Nähe in beruflichen und vermutlich auch persönlichen Situationen es ihnen ermöglicht, sich besser in die Herausforderungen einzufühlen.
2. Vertraulichkeit zwischen Mentor*in und Mentee geht in beide Richtungen. Sie gibt beiden Parteien die Möglichkeit, persönliche Erfahrungen in einem geschützten Rahmen auszutauschen.
3. Die Individualität der Mentee zu respektieren ist oberstes Gebot. Statt Lösungen aufzuzwingen, sollten Mentor*innen einen kognitiven Rahmen bieten, der der Mentee hilft, ihre eigenen Gedanken und Prioritäten zu strukturieren.
4. Beide Parteien müssen die Grenzen der Mentoringbeziehung erkennen. Mentor*innen könnten der Mentee helfen, Ressourcen zu finden oder Personen, die eine Lösung anbieten können, anstatt selbst eine Lösung zur Verfügung zu stellen.
5. Regelmäßige Treffen von Mentor*in und Mentee helfen, Vertrauen aufzubauen. Es ist wichtig, die Mentoringbeziehung aufzubauen, bevor die Mentee auf schwerwiegende Probleme oder Fragen stößt, für die sie den/die Mentor*in benötigt.
6. Innerhalb des Rahmens von Vertraulichkeit und Vertrauen ist Raum für individuelle Präferenzen. Es bleibt den Mentor*innen und Mentees überlassen, zu entscheiden, wie sie in Kontakt bleiben und wo sie sich treffen.

Die Schulung für die Mentor*innen dauert ca. 2,5 bis 3 Stunden. Ziel der Schulung ist es, die (zukünftigen) Mentor*innen in die Grundregeln des Mentorings einzuführen, sie mit Argumenten für und gegen das Mentoring von Frauen in der Wissenschaft vertraut zu machen, sie im aktiven Zuhören zu schulen und sie in die Lage zu versetzen, adäquat auf potenziell schwierige Herausforderungen in der Mentoringbeziehung zu reagieren. Die Kernmodule beinhalten:

1. *Warum Mentoring für Frauen in der Mathematik?* In diesem Modul reflektieren die Teilnehmer*innen die Ziele des Programms, seine Notwendigkeit und die gewünschten Auswirkungen. Sie lernen, Argumenten, die Mentoring-Programme für Frauen diskreditieren, entgegenzutreten. Kernstück dieses Trainingsmoduls ist eine Fishbowl-Diskussion mit der zentralen Fragestellung: „Gibt es genug Frauen in der Mathematik? Besteht Handlungsbedarf?". Die Teilnehmer*innen werden in zwei Teams eingeteilt, die gegensätzliche Meinungen in der Diskussion verteidigen müssen (unabhängig von ihren tatsächlichen Meinungen zu diesem Thema). Anschließend wird das Ergebnis der Diskussion gemeinsam reflektiert.
2. *Rollenspiel Mentor*in–Mentee.* Ziel dieses Moduls ist es, mögliche Interaktionen in realistischen Situationen, die im Rahmen des Mentorings auftreten können, auszuprobieren und eigene Überzeugungen, Einstellungen

 DOI 10.1515/dmvm-2022-0033

Foto: Anna Schilling

Mentorinnenworkshop

und Gewohnheiten, die für eine Mentoring-Partnerschaft wichtig sein können, zu reflektieren. Zwei Teilnehmer*innen fungieren als Mentor*in und Mentee. Die „Mentee“ spielt eine Rolle, die ihr durch eine Vorlage zugewiesen wird, z. B. mit einem bestimmten Problem Rat zu suchen, und die/der „Mentor*in“ reagiert entsprechend. Weitere Teilnehmer*innen und Trainer*innen geben Feedback zur Interaktion.

3. *Vorbereitung auf das erste Treffen mit der Mentee.* Ziel dieses Moduls ist es, die psychologische Hemmschwelle, mit der Mentee Kontakt aufzunehmen und sie zu treffen, zu senken sowie eventuelle Nervosität oder Anspannung abzubauen. Die Teilnehmer*innen arbeiten paarweise, um das erste Treffen mit ihrer Mentee/ihren Mentees vorzubereiten, sie stellen sich genau vor, wie das erste Treffen sein soll. Hierbei werden sie von Schlüsselfragen geleitet. Sie erhalten außerdem eine Liste mit entsprechenden Anlaufstellen für weitere Hilfestellung.

Einige der Prinzipien des Mentorings, die wir beschreiben – wie die Vertraulichkeit zwischen Mentor*in und Mentee –, sind allgemeine Grundsätze des Mentorings; andere – wie die Pyramidenstruktur des Mentorings – haben sich in der Erfahrung als nützlich für das Mentoring in der Mathematik in verschiedenen Kontexten erwiesen. Andere Best-Practice-Empfehlungen sollten jedoch als reine Faustregeln betrachtet werden und können je nach Bildungssystem, akademischer Stufe von Mentor*in und Mentee und anderen Faktoren geändert werden. Darum beschreiben wir verschiedene Möglichkeiten für alle Aspekte und Phasen von Mentoring-Programmen – sei es Werbung für das Programm, Schulung der Mentor*innen, Bewertung des Programms oder eine andere Facette des Mentorings. Alle Materialien (Kopiervorlagen, Schulungsmaterialien, Ideen für eine Liste von Anlaufstellen usw.) können daher modifiziert und an die lokalen Bedürfnisse angepasst, erweitert oder gekürzt und übersetzt werden.

Das Handbuch und die zusätzlichen Materialien sind unter einer Creative-Commons-Lizenz (die die Wiederverwendung, Änderung, Übersetzung und Weitergabe ermöglicht) veröffentlicht; sie können unter mentoring.spp2026.de heruntergeladen werden. Feedback, Anregungen und weitere Ergänzungen sind unter math.mentoring.handbook@gmail.com willkommen!

Wir hoffen, wir haben den Grundstein für ein lebendiges Handbuch gelegt, das wachsen wird in dem Maße, in dem mehr Erfahrungen aus dem Mentoring von Frauen in der Mathematik einfließen!

Prof. Dr. Carla Cederbaum
Fachbereich Mathematik, Universität Tübingen,
Auf der Morgenstelle 10, 72076 Tübingen
cederbaum@math.uni-tuebingen.de

Sophia Jahns
Fachbereich Mathematik, Universität Tübingen,
Auf der Morgenstelle 10, 72076 Tübingen
jahns@math.uni-tuebingen.de

Anna Wienhard
Mathematisches Institut, Universität Heidelberg,
Im Neuenheimer Feld 205, 69120 Heidelberg
wienhard@mathi.uni-heidelberg.de

Das Handbuch wurde im Rahmen des Schwerpunktprogramms SPP 2026 ‚Geometry at Infinity‘ der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) geschrieben. Es basiert auf den Erfahrungen mit dem Math Mentoring Programm der Universität Tübingen unter der Leitung von Carla Cederbaum und dem UPSTREAM Mentoring Netzwerk der Universität Heidelberg unter der Leitung von Michael Winckler und Anna Wienhard. Ein Mentoringprogramm, das auf diesem Handbuch basiert, wird in Kürze in das DFG-Schwerpunktprogramm SPP 2026 ‚Geometry at Infinity‘ integriert. Es enthält Materialien und Ideen, die von oder in Zusammenarbeit mit May-Britt Becker, Benjamin Cooke, Ingrid Daubechies, Katrin Grass, Mareike Kaina, Maria Rupprecht, Anna Schilling, Lea Schmid, Sarah Schott und Michael Winckler entwickelt wurden. Zusätzliche Mittel wurden von der Duke University, dem Zukunftskonzept der Universität Tübingen (DFG, ZUK 63) und durch das Athene-Mentoring Programm, Universität Tübingen, das HGS MathComp am IWR Heidelberg, das Exzellenzcluster STRUCTURES und die Forschungsstelle Geometrie und Dynamik der Universität Heidelberg bereitgestellt.

Das Institut für Mathematik an der Universität Osnabrück

Oliver Röndigs

Osnabrück, eine niedersächsische Großstadt innerhalb der konvexen Hülle Nordrhein-Westfalens, identifiziert sich als „Friedensstadt“. Grund dafür ist der in den Städten Münster und Osnabrück ausgehandelte und am 25. Oktober 1648 auf der Osnabrücker Rathaustreppe verkündete *Westfälische Friede*. Obwohl dieser Vertrag dem damaligen Schwedischen Königshaus explizit ein Gründungsrecht von Akademien und Universitäten einräumt, kam es bei der Gründung der Universität Osnabrück im Jahr 1974 nicht zu diplomatischen Verwicklungen oder gar einem Einmarsch Schwedischer Truppen [2].

Vorläufer der Universität Osnabrück war eine pädagogische Hochschule, die Adolf-Reichwein-Hochschule, und auch heutzutage nimmt die Lehramtsausbildung eine herausragende Stellung an der Universität Osnabrück ein. So streben die 13 903 im Wintersemester 2019/2020 an der Universität Osnabrück studierenden Personen 15 027 Studienabschlüsse an, wovon 7038 originäre Lehramtsabschlüsse (Lehramt an Grund-, Haupt- und Realschulen, Berufsschulen, Gymnasien) sind. Zudem befinden sich unter den 5692 sogenannten Zwei-Fächer-Bachelor-Studierenden etliche, die einen Master-Studiengang für das Lehramt an Gymnasien anschließen werden.

Die Lehramtsausbildung braucht natürlich das Hauptfach Mathematik, was dem Institut für Mathematik der Universität Osnabrück eine erste Existenzberechtigung verleiht. So sind unter den 833 das Fach Mathematik im Wintersemester 2019/2020 studierenden Personen 462 reine Lehramtsstudierende, und von den 263 Zwei-Fach-Bachelor-Studierenden werden erfahrungsgemäß ebenfalls fast alle einen Lehramts-Master absolvieren. Die restlichen 108 Fachmathematik-Studierenden genießen ein hervorragendes Betreuungsverhältnis und eine persönliche Atmosphäre.

Im Service für andere Wissenschaften (in Osnabrück z. B. Biologie, Cognitive Science, Wirtschaftswissenschaften) spielt die Mathematik natürlich auch eine wichtige Rolle, aber die Bedeutung der Lehramtsausbildung kann nicht genug betont werden. Es ist eine von der Gesellschaft übertragene fundamentale Aufgabe, kommende Generationen kreativ und flexibel unter wissenschaftlichen Gesichtspunkten auszubilden.

Die fachdidaktischen Anteile der Lehramtsausbildung werden von den Professuren der exzellent besetzen Arbeitsgruppe Mathematikdidaktik geleistet. Die Lehre – sowohl in diesem Bereich wie auch für die fachliche Anteile der Lehramtsausbildung – erfordert unter anderem Authentizität der Lehrenden. Im Bereich der Mathematik wird diese durch erfolgreiche mathematische Forschung sichergestellt. Zudem verleiht diese Forschung dem Institut eine dritte Rolle und Existenzberechtigung. Die Versuche zweier Präsidenten der Universität Osnabrück im vergangenen Jahrhundert, die Mathematik zu schließen oder auf einen bloßen Servicebetrieb zu reduzieren, wurden auch dank der exzellenten und international sichtbaren Forschung erfolgreich abgewehrt.

Aufgrund der beträchtlichen Diversifizierung der Mathematik als Wissenschaft und der im Vergleich dazu doch recht knappen personellen Ausstattung fand schon zu Beginn des Jahrhunderts eine Fokussierung auf fünf Arbeitsgruppen (Algebra und Diskrete Mathematik, Angewandte Analysis, Mathematikdidaktik, Stochastik, Topologie und Geometrie) statt. Erfolge dieser Struktur zeigen sich unter anderem in Drittmitteleinwerbungen wie dem zwischen 2013 und 2018 von der DFG geförderten Graduiertenkolleg „Kombinatorische Strukturen in der Geometrie“, sowie etlichen gemeinsamen Publikationen und Forschungsprojekten innerhalb des Instituts. In den letzten drei Jahren wurde aufgrund inneruniversitärer Restrukturierungen und einer Initiative zur Künstlichen Intelligenz dieses Konzept um zwei weitere Arbeitsgruppen (Angewandte Algebra und Datenanalyse, Systemwissenschaft) erweitert. Im Zuge dessen gab das im selben Fachbereich befindliche Institut für Informatik eine Professur an die Mathematik ab, ein derzeit in Deutschland ungewöhnlicher Vorgang.

Als Quantifizierung der erwähnten Ausstattung sei kurz vermerkt, dass jede der Arbeitsgruppen regulär aus zwei Professuren und anderthalb Mittelbaustellen besteht, wobei zusätzliche Stellen durch Drittmitteleinwerbungen und Sondereffekte hinzukommen. In den Jahren 2019 und 2020 umfassten die Drittmitteleinwerbungen knapp 90 000 Euro pro Professur, ein dritter Platz unter den Mathematikeinrichtungen der neun niedersächsischen Hochschulen. Nichtsdestotrotz erschwert die geringe Größe des Instituts für Mathematik der Universität Osnabrück die Einwerbung rein mathematischer und personalintensiver Drittmittelprojekte wie Sonderforschungsbereichen.

Die Namen der sieben Arbeitsgruppen können nicht mehr als eine grobe Idee der vertretenen Forschungsgebiete vermitteln, und der vorgegebene Platz ist zu schmal, um die wegweisenden Ergebnisse im Detail zu fassen. Stattdessen sollen beispielhaft vier laut `MathSciNet` vielzitierte Artikel kurz vorgestellt werden.

Gemeinsam mit Monika Ludwig klassifizierte Matthias Reitzner in [4] spezielle Inhaltsfunktionen des $\mathbb{R}^n$. Insbesondere betrachten sie oberhalbstetige Inhalte auf der

DOI 10.1515/dmvm-2022-0034

Foto: Jens Raddatz/Universität Osnabrück

Menge aller kompakten konvexen Teilmengen, die den Nullpunkt enthalten. Ist so ein Inhalt zusätzlich homogen vom Grad q und invariant unter der Gruppe $\mathrm{SL}(n, \mathbb{R})$ aller speziellen linearen Transformationen, so ist er eine Linearkombination von Euler-Charakteristik, üblichem n-dimensionalen Volumeninhalt, sowie Lutwaks affinen $L_{\frac{n(n-q)}{n+q}}$-Flächeninhalt.

Stefan Kunis erstellte in [3] gemeinsam mit Jens Keiner und seinem Doktorvater Daniel Potts ein „'Benutzerhandbuch" für NFFT 3, ein Softwarepaket, das verschiedene schnelle Fouriertransformationen erlaubt. Die Besonderheit besteht darin, dass nicht notwendigerweise in gleichem Abstand verteilte, sondern allgemeine Testpunkte verwendet werden können. Diese erhöhte Flexibilität bringt als Problematik eine nichttriviale Inversion mit, wofür das Paket iterative Verfahren liefert. Anwendungen bestehen insbesondere in der Analyse und Verarbeitung von Bilddaten, wie sie etwa in der Medizin oder der Klimaforschung entstehen.

Oliver Röndigs lieferte in [5] gemeinsam mit Paul Arne Østvær eine Beschreibung von Voevodsky's derivierter Kategorie der Motive mittels Moduln über dem Ringspektrum $M\mathbb{Z}$, welches motivische Kohomologie darstellt. Letztere ist von einem gewissen Standpunkt aus die „einfachste" Kohomologietheorie für glatte Varietäten über einem Körper. Jede andere Kohomologietheorie lässt sich auf natürliche Weise so filtrieren, dass die assoziierten Quotienten Moduln über $M\mathbb{Z}$ (also nach dem erwähnten Resultat Motive) sind. Dies funktioniert insbesondere für algebraische K-Theorie und liefert mittels anderer Resultate von Marc Levine und Vladimir Voevodsky die von Alexander Beilinson postulierte motivische Spektralsequenz.

Holger Brenner enttäuschte gemeinsam mit Paul Monsky in [1] die Hoffnung, die von Hochster und Huneke definierte Idealabschlussoperation „tight closure" (straffer Abschluss) würde mit Lokalisierungen vertauschen. Expertise in Bezug auf Idealabschlussoperationen und die sogenannte Hilbert-Kunz-Multiplizität, zwei wichtige Themen der kommutativen Algebra, fusioniert hier mit der Theorie der Vektorbündel über glatten projektiven Kurven zu folgendem konkreten Gegenbeispiel: Sei F ein algebraischer Abschluss des Körpers mit zwei Elementen,

$$R := F[x,y,z,t]/(z^4 + xyz^2 + x^3z + y^3z + tx^2y^2)$$

eine Hyperfläche im vierdimensionalen affinen Raum über F und I das von $\{x^4, y^4, z^4\}$ erzeugte Ideal in R. Lokalisiert man bezüglich der Teilmenge der vom Nullpolynom verschiedenen Polynome in t mit Koeffizienten in F, so liegt y^3z^3 im „tight closure" der Lokalisierung von I, aber nicht in der Lokalisierung des „tight closure" von I.

Dieser stichprobenartige Eindruck beschreibt nicht die hervorragende Forschung der Arbeitsgruppe Mathematikdidaktik, die sich federführend im „Center for Early Childhood Development and Education Research" einbringt und unter anderem mit Übergangssituationen, sowohl in der frühkindlichen Bildung bei der Vorbereitung der Einschulung als auch beim Übergang in weiterführende Schulen wie in den Hochschulbereich, befasst. Ebensowenig wird die an der Universität Osnabrück gelebte herausragende Kooperation der zu oft als grundverschieden verstandenen Bereiche *Angewandte Mathematik*, *Reine Mathematik* und *Didaktik der Mathematik* in diesen Beispielen deutlich. Nebst gemeinsamen Publikationen, Drittmittelprojekten und speziellen Lehraktivitäten zeigt sich diese Kooperation in einem gleichberechtigten und respektvollen Miteinander, welches entscheidend zur positiven Arbeitsatmosphäre an unserem Institut für Mathematik beiträgt: Hier forschen und lehren wir gerne!

Literatur

[1] Holger Brenner und Paul Monsky. Tight closure does not commute with localization. *Ann. Math. (2)*, 171(1):571–588, 2010.

[2] Ferdinand III. und Kristina von Schweden. *Westfälischer Friede – Vertrag von Osnabrück (Instrumentum Pacis Osnabrugensis)*. Frankfurt am Main, 1649. Offizielle deutsche Übersetzung, Philipp Jacob Fischer.

[3] Jens Keiner, Stefan Kunis und Daniel Potts. Using NFFT 3 – A software library for various nonequispaced fast Fourier transforms. *ACM Trans. Math. Softw.*, 36(4):30, 2009. Id/No 19.

[4] Monika Ludwig und Matthias Reitzner. A classification of $\mathrm{SL}(n)$ invariant valuations. *Ann. Math. (2)*, 172(2):1219–1267, 2010.

[5] Oliver Röndigs und Paul Arne Østvær. Modules over motivic cohomology. *Adv. Math.*, 219(2):689–727, 2008.

[6] Universität Osnabrück. Internetauftritt. Zahlen, Daten, Fakten. www.uos.de, 2022.

Prof. Dr. Oliver Röndigs
Universität Osnabrück, Institut für Mathematik, 49069 Osnabrück
oliver.roendigs@uni-osnabrueck.de

Methoden der Überlebenszeitanalyse für die Auswertung von Schwangerschaftsdaten

Sarah Friedrich

In der Medizin ist der primäre Endpunkt häufig die Zeit bis zum Auftreten eines Ereignisses. Die ersten Studien hierzu untersuchten klassischerweise die Zeit bis zum Tod der PatientInnen, weshalb man von Überlebenszeitanalyse oder Survival Analysis spricht. Die wichtigste Besonderheit dieser Daten ist, dass man nicht alle Ereignisse beobachten kann. Die statistische Methodik besteht dabei aus Zählprozessen, Martingalen und stochastischen Integralen. Wir erläutern diese Methoden an einer Studie zu Schwangerschaftsausgängen und gehen auf mögliche Fallstricke und Lösungen ein.

Überlebenszeitdaten sind allgegenwärtig in medizinischen Studien. Eine besondere Schwierigkeit bei der Auswertung dieser Daten stellt die Zensierung dar: Üblicherweise ist eine klinische Studie zeitlich begrenzt. Dadurch ist es in den meisten Fällen nicht möglich, das Eintreten des interessierenden Ereignisses bei allen PatientInnen zu beobachten. Dies führt dazu, dass man von einigen PatientInnen nur weiß, dass sie am Ende der Studie noch ereignisfrei waren. Der genaue Zeitpunkt des Ereignisses ist aber unbekannt – man spricht von Zensierung. Für die Analyse solcher Daten ist es wichtig, sowohl die Zeit bis zum Auftreten des Ereignisses als auch die Zeit bis Zensierung zu berücksichtigen, da auch letztere wichtige Informationen enthält. Dazu verwendet man Zählprozesse und Martingaltheorie.

Wir wollen die Methodik an einem Beispiel illustrieren: An der Studie nahmen schwangere Frauen teil, die im ersten Trimester der Schwangerschaft Statine (Medikamente zur Reduktion des Cholesterinspiegels) eingenommen hatten. Die Kontrollgruppe bestand aus Frauen, die in der Schwangerschaft keinen Stoffen mit derartiger Wirkung (konkret: keinen teratogenen Substanzen) ausgesetzt waren. Ziel der Studie war es, zu untersuchen, ob die Einnahme von Statinen einen Einfluss auf das Risiko einer Fehlgeburt hat.

Diese Daten beinhalten zwei Besonderheiten, die die Verwendung von Überlebenszeitmethodik notwendig machen: Zum einen haben wir es mit sogenannten konkurrierenden Risiken zu tun, da eine Schwangerschaft drei mögliche Ausgänge hat: Fehlgeburt, Schwangerschaftsabbruch und Lebendgeburt. Die zweite Besonderheit ist Links-Trunkierung: Die natürliche Zeitskala für die Analyse ist das Schwangerschaftsalter, aber die Frauen treten zu unterschiedlichen Zeiten nach der Empfängnis in die Studie ein. Das führt dazu, dass Schwangerschaften, die vor dem (in diesem Fall hypothetischen) Studieneintritt in einer Fehlgeburt enden, nicht in der Kohorte auftauchen. Ein Überblick über diese Zusammenhänge ist in Abbildung 1 dargestellt.

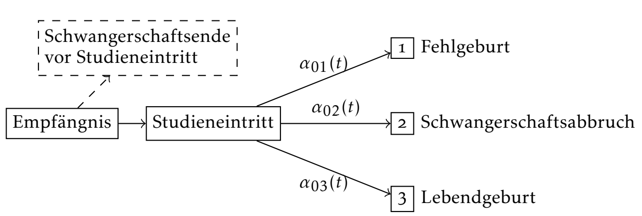


Abbildung 1. Modell für die Schwangerschaftsdaten: Die konkurrierenden Risiken sind durch die Zustände 1, 2 und 3 dargestellt, Studienbeginn stellt den Ausgangszustand 0 dar. Übergänge zwischen den Zuständen werden durch die Hazards $\alpha_{0j}(t)$ modelliert.

Mathematische Modellierung

Wie in Abbildung 1 dargestellt, modellieren wir die Ereignisse als Übergänge zwischen den Zuständen eines stochastischen Prozesses $\{X(t), t \geq 0\}$. Dabei repräsentiert $X(t)$ den Zustand, in dem sich ein Individuum zum Zeitpunkt t befindet. Dieser ist 0, solange kein Ereignis aufgetreten ist und $X(t) = j$, wenn das Ereignis vom Typ $j, j = 1, 2, 3$ im Intervall $[0, t]$ eingetreten ist. Die Ereigniszeit ist definiert als

$$T = \inf\Big\{t : X(t) \neq 0\Big\},$$

beschreibt also den frühesten Zeitpunkt, zu dem sich $\{X(t), t \geq 0\}$ nicht mehr im Ausgangszustand 0 befindet. Der Typ des ersten Ereignisses ist gegeben durch $X(T) \in \{1, 2, 3\}$. Ein zentrales Konzept für die Modellierung sind die sogenannten ‚cause-specific hazards' $\alpha_{0j}(t)$, die definiert sind als

$$\alpha_{0j}(t) = \lim_{\Delta t \to 0} \frac{P\Big(T \in [t, t + \Delta t),\ X(T) = j | T \geq t\Big)}{\Delta t}.$$

Diese Hazards kann man sich als Kräfte vorstellen, die entlang der Pfeile in Abbildung 1 wirken. Von Interesse für unsere Schätzung sind die kumulativen Inzidenzfunktionen, die die Übergangswahrscheinlichkeiten von Zustand 0 nach Zustand j zum Zeitpunkt t beschreiben:

$$P_{0,j}(0, t) = P\Big(T \leq t, X(T) = j\Big).$$

In diesem Framework lassen sich nun Linkstrunkierung und Zensierung auf einfache Art und Weise einbauen, indem die zugrundeliegenden Zählprozesse entsprechend angepasst werden. Dazu betrachten wir Zufallsvariablen T_i für

DOI 10.1515/dmvm-2022-0035

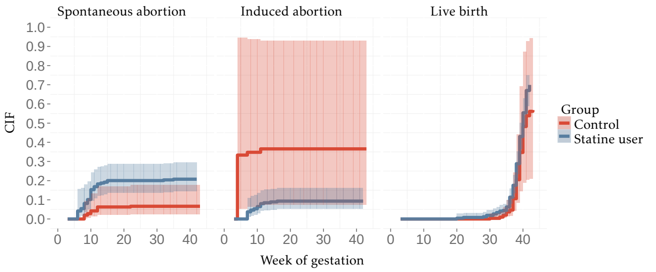


Abbildung 2. Kumulative Inzidenzfunktionen für die drei konkurrierenden Risiken Fehlgeburt, Schwangerschaftsabbruch und Lebendgeburt. Gezeigt ist die ‚klassische' Analyse mittels Aalen-Johansen-Schätzer.

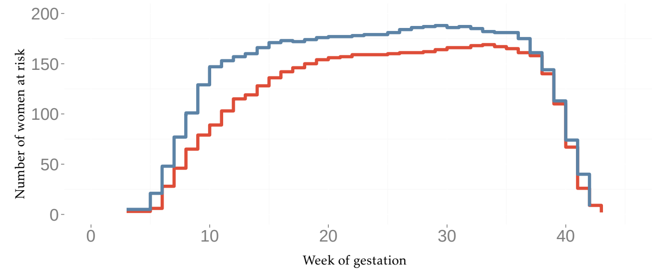


Abbildung 3. Die Risikomenge in beiden Gruppen (Blau = Statin, Rot = Kontrolle) über die Zeit

die Ereigniszeit, L_i für die Linkstrunkierungszeit und C_i für die Zensierungszeit für jedes Individuum $i = 1, \ldots, n$. Damit bestehen die beobachtbaren Daten für Individuum i aus $(\tilde{T}_i, \delta_i, X(\tilde{T}_i))$, wobei $\tilde{T}_i = \min\{T_i, C_i\}$, $\tilde{T}_i > L_i$ und $\delta_i = \mathbf{1}(L_i < T_i \leq C_i)$ der sogenannte event indicator ist. Die Ereignisse vom Typ j für Individuum i im Zeitraum $[0, t]$ werden durch den Zählprozess

$$N_{0j;i}(t) = \mathbf{1}\Big(L_i < \tilde{T}_i \leq t, \quad X(\tilde{T}_i) = j, \quad \delta_i = 1\Big)$$

dargestellt. Für alle Individuen in der Studie ergibt sich damit

$$N_{0j}(t) = \sum_{i=1}^{n} N_{0j;i}(t)$$

sowie der unter-Risiko-Prozess

$$Y(t) = \sum_{i=1}^{n} \mathbf{1}(L_i < t \leq \tilde{T}_i).$$

Die kumulativen cause-specific hazards

$$A_{0j}(t) = \int_0^t \alpha_{0j}(u)du$$

werden nun mit Hilfe dieser Zählprozesse geschätzt:

$$\hat{A}_{0j}(t) = \sum_{s \leq t} \frac{\Delta N_{0j}(s)}{Y(s)},$$

wobei die Summe über alle beobachteten, eindeutigen Ereigniszeiten $s \leq t$ gebildet wird. Basierend auf diesen Nelson-Aalen-Schätzern können nun die kumulativen Inzidenzfunktionen geschätzt werden:

$$\hat{P}_{0j}(0,t) = \sum_{s \leq t} \hat{S}(s-) \frac{\Delta N_{0j}(s)}{Y(s)},$$

wobei $\hat{S}(t) = \prod_{s \leq t}(1 - \Delta \hat{A}_{0\cdot}(s))$, $\hat{A}_{0\cdot}(t) = \sum_{j=1}^{3} A_{0j}(t)$ dem sogenannten all-cause hazard. Der Schätzer $\hat{P}_{0j}$ wird Aalen-Johansen-Schätzer genannt.

Auswertung des Datenbeispiels

Unser Datenbeispiel zum Einfluss von Statinen auf den Schwangerschaftsausgang enthält, wie oben beschrieben, links-trunkierte Daten mit konkurrierenden Risiken. Für unsere Analysen standen 235 Statin-Nutzerinnen und 187 Kontrollen zur Verfügung. Da alle Schwangerschaften bis zum Ende nachverfolgt wurden, gibt es in diesem Fall keine Zensierung. Wendet man die eben erläuterten Schätzverfahren auf den Datensatz an, erhält man die Grafik in Abbildung 2. Dargestellt sind die geschätzten kumulativen Inzidenzfunktionen mit 95 % Konfidenzintervallen. Die Grafik zeigt eine erhöhte Wahrscheinlichkeit für Fehlgeburten in der Gruppe der Statinnutzerinnen im Vergleich zur Kontrollgruppe. Überraschend ist allerdings der zweite Plot: Hier führt die Schätzung zu einer Wahrscheinlichkeit von 37 % für Schwangerschaftsabbrüche in der Kontrollgruppe, ein Effekt, der dafür sorgt, dass die Wahrscheinlichkeit für Lebendgeburten in der Gruppe der Statinnutzerinnen höher geschätzt wird als bei den Kontrollen. Anhand der Konfidenzintervalle sieht man zugleich aber auch, dass diese Schätzung mit großer Unsicherheit behaftet ist. Was ist hier passiert?

Einen Einblick gewinnt man, wenn man sich die Risikomenge über die Zeit anschaut, d. h. die Anzahl der Frauen, die zu jedem Zeitpunkt unter Beobachtung waren und noch kein Ereignis hatten. Diese Kurven sind in Abbildung 3 dargestellt. Aufgrund der Links-Trunkierung wächst die Risikomenge anfangs eher langsam. Durch einen Schwangerschaftsabbruch in der Kontrollgruppe zu einem Zeitpunkt, zu dem erst drei Frauen unter Risiko waren, erhalten wir die geschätzte Wahrscheinlichkeit von 1/3, die sich dann über den Zeitverlauf fortsetzt.

Modifikation des Schätzers

Betrachten wir noch einmal den Nelson-Aalen-Schätzer, der die Grundlage unserer Schätzung bildet:

$$\hat{A}_{0j}(t) = \sum_{s \leq t} \frac{\Delta N_{0j}(s)}{Y(s)}.$$

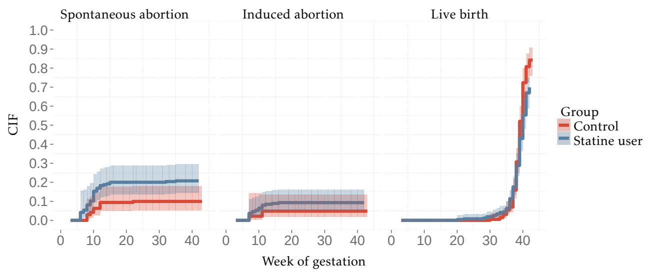


Abbildung 4. Kumulative Inzidenzfunktionen für die drei konkurrierenden Risiken Fehlgeburt, Schwangerschaftsabbruch und Lebendgeburt, geschätzt mittels modifiziertem Aalen-Johansen-Schätzer

Das zentrale Problem ist, dass Schätzungen in kleinen Risikomengen zu unzuverlässigen Ergebnissen führen. Dieses Problem spielt vor allem bei links-trunkierten Daten eine Rolle, da kleine Risikomengen hier am Anfang der Studie auftreten können und sich die ungenaue Schätzung dann über die Zeit fortsetzt. Bei Studien ohne Links-Trunkierung, bei denen alle Probanden gleichzeitig in die Studie eintreten, entstehen kleine Risikomengen meist erst spät und die ungenaue Schätzung hat keine so starken Auswirkungen mehr. Um dieses Problem zu lösen, betrachten wir Beiträge zum Schätzer nur, wenn die Risikomenge ‚groß genug' ist, d. h. wir modifizieren den Nelson-Aalen-Schätzer folgendermaßen:

$$\tilde{A}_{0j}(t) = \sum_{s \le t} \frac{\Delta N_{0j}(s)}{Y(s)} \mathbf{1}\Big(Y(s) \ge c_n\Big).$$

Dabei ist c_n eine Konstante, die von der Fallzahl n abhängt und mittels maschinellem Lernen bestimmt werden kann. Verwenden wir diesen Ansatz für die Auswertung der Studie, so erhalten wir die in Abbildung 4 dargestellten Kurven. Die extrem breiten Konfidenzintervalle sind verschwunden und die Kurve der Statinnutzerinnen verläuft jetzt oberhalb der Kontrolle für Schwangerschaftsabbrüche. Dieser Effekt ist aus medizinischer Sicht deutlich plausibler.

Diskussion

Wie bereits beschrieben, treten Probleme durch kleine Risikomengen vor allem in Studien mit Links-Trunkierung auf. Allerdings kann es auch in Studien, in denen alle PatientInnen gleichzeitig in die Studie eintreten, zu sogenannter interner Links-Trunkierung kommen. Dies ist der Fall, wenn man kompliziertere Mehrstadienmodelle betrachtet. Der einfachste Fall eines solchen Modells ist das illness-death-Modell: PatientInnen können vom Ausgangszustand in einen intermediären Zustand (‚illness') übergehen, bevor sie den absorbierenden Zustand (‚death') erreichen. In diesem Fall tritt interne Links-Trunkierung auf, da die PatientInnen zuerst den intermediären Zustand erreichen müssen, bevor sie für den folgenden Übergang unter Risiko sind.

Literatur

[1] Friedrich, S., Beyersmann, J., Winterfeld, U., Schumacher, M., & Allignol, A. (2017). Nonparametric estimation of pregnancy outcome probabilities. *The Annals of Applied Statistics*, 840–867.

Prof. Dr. Sarah Friedrich
Universität Augsburg, Institut für Mathematik,
Lehrstuhl Mathematical Statistics and Artificial Intelligence in Medicine,
Universitätsstraße 14, 86159 Augsburg
sarah.friedrich@math.uni-augsburg.de

Sarah Friedrich promovierte 2017 an der Universität Ulm zu Resampling-Verfahren für abhängige Daten. Nach Stationen als Post-Doc in Kopenhagen und als Juniorprofessorin an der Universitätsmedizin Göttingen ist sie seit 2021 Professorin für Mathematische Statistik und Künstliche Intelligenz in der Medizin an der Universität Augsburg. Für die diesem Artikel zugrundeliegende Publikation wurde sie 2018 mit dem Gustav-Adolf-Lienert-Preis der Deutschen Region der Internationalen Biometrischen Gesellschaft ausgezeichnet.

Simulation der Ausbreitung der SARS-CoV-2-Variante Omikron an einer Universität

Jana Lasser und Timotheus Hell

Die Omikron-Variante des SARS-CoV-2 Virus stellt den Bildungsbetrieb durch seine hohe Infektiösität vor enorme Herausforderungen: insbesondere Universitäten, die oft autonom über Maßnahmen zur Pandemiebekämpfung entscheiden müssen, kämpfen mit der Frage, ob bzw. wie sie wieder in den Präsenzunterricht zurückkehren sollen. Um bei der Entscheidungsfindung zu helfen, haben wir eine Simulationsstudie basierend auf unserer Heimatuniversität, der Technischen Universität Graz, erstellt, die die Ausbreitung des Virus unter Studierenden und Lehrenden gegeben verschiedene Maßnahmen untersucht. Durch die hohe Infektiösität ist selbst bei einer guten Durchimpfungsrate, dem Tragen von Masken und der Reduktion der Hörsaalbelegung auf 25 % mit großen Ausbrüchen zu rechnen. Solange keine effektiveren Impstoffe zur Verfügung stehen, müssen sich Universitätsleitungen entscheiden, ob sie Präsenzlehre priorisieren und dabei große Ausbrüche in Kauf nehmen, oder aber weiterhin Lehrveranstaltungen als digitale Lernangebote abhalten möchten.

Sollen Universitäten wieder verstärkt in den Präsenzunterricht übergehen? Diese Frage beschäftigt mitten in der Omikron-Welle sehr viele Menschen, die an Universitäten tätig sind. Die Argumente sind vielfältig und reichen vom prinzipiellen Festhalten an klassischen Lehrszenarien über Sorgen um die psychische Gesundheit von Studierenden bis hin zu infektionsepidemiologischen Überlegungen zur Übertragung von Viren in voll besetzten Hörsälen. In dieser Gemengelage von Argumenten wollten wir als Arbeitsgruppe, die mit dem Modellieren komplexer sozialer Systeme vertraut ist, einen Beitrag leisten, um das Infektionsrisiko an Universitäten abzuschätzen. Für dieses Unterfangen konnten wir die Unterstützung der Leitung unserer Heimatuniversität – der Technischen Universität Graz – gewinnen, die uns Zugang zu ihren Daten und universitätseigenen Expertise im Pandemiemanagement gewährte. Daraus ergab sich eine fruchtbare Kooperation zwischen Modellierer:innen und Verwaltung, die sicherstellte, dass die von uns modellierten Szenarien die Realität an der Universität bestmöglich abbilden.

Agentenbasierte Simulationen

Um die Frage „Ist die Universität gegeben die aktuellen Maßnahmen zur Infektionsprävention ein sicherer Ort?“ zu beantworten, mussten wir uns erst einmal in die Lage versetzen, das Infektionsgeschehen an unserer Universität zu modellieren. Um komplexe Interaktionen – wie z. B. die Ausbreitung einer infektiösen Krankheit – einer Vielzahl von Menschen (Agenten[1]) mit hohem Detailgrad zu modellieren, eignen sich agentenbasierte Simulationen. Sie erlauben es, jeder Agentin eigene Parameter mitzugeben, die ihr Verhalten bestimmt, und den Agenten in einer Umgebung wie einer Universität agieren und mit anderen Agentinnen interagieren zu lassen. Insbesondere „kleinere“ Systeme, die wenige hundert bis einige tausend Menschen beinhalten, lassen sich so gut abbilden. Für die Bevölkerung einer ganzen Stadt oder gar eines ganzen Landes stößt dieser Ansatz an seine Grenzen, da die entsprechenden Simulationen einen zu großen Rechenaufwand bedeuten.

Für die Modellierung der Universität haben wir hierfür auf ein bereits existierendes, von uns entwickeltes Werkzeug für agentenbasierte Simulationen von Infektionsdynamiken [2] zurückgegriffen, das wir in der Vergangenheit zur Modellierung der Ausbreitungsdynamik in Pflegeheimen [6] und Schulen [5] eingesetzt haben. Jeder Agent hat dabei zu jedem Zeitpunkt der Simulation einen Zustand, der bestimmt, wie er mit anderen Agentinnen in der Simulation interagiert: suszeptible Agenten können angesteckt werden, infektiöse Agenten können andere Agentinnen anstecken, genesene Agenten sind gegen eine Ansteckung immun und Agentinnen in Quarantäne interagieren nicht mit anderen Agenten. Die Zustände einer Agentin und Übergänge zwischen ihnen hängen dabei vom Verlauf der Infektion im Agenten selbst ab, wie in Abbildung 1 illustriert. So wird die Infektiösität und auch die Möglichkeit, eine Infektion mittels Test zu entdecken, an die Viruslast gekoppelt. Für jede Agentin wird dabei die Dauer der verschiedenen Übergänge aus in der Literatur für das SARS-CoV-2 bekannten Verteilungen gezogen. In einer Simulation startet immer ein zufällig ausgewählter Agent als infiziert, während alle anderen Agentinnen nicht infiziert sind.

Übertragung einer Infektion

Begegnet in der Simulation eine infizierte Agentin einem suszeptiblen so muss festgestellt werden, ob es zu einer Übertragung der Infektion kommt. Dies geschieht in der Si-

DOI 10.1515/dmvm-2022-0036

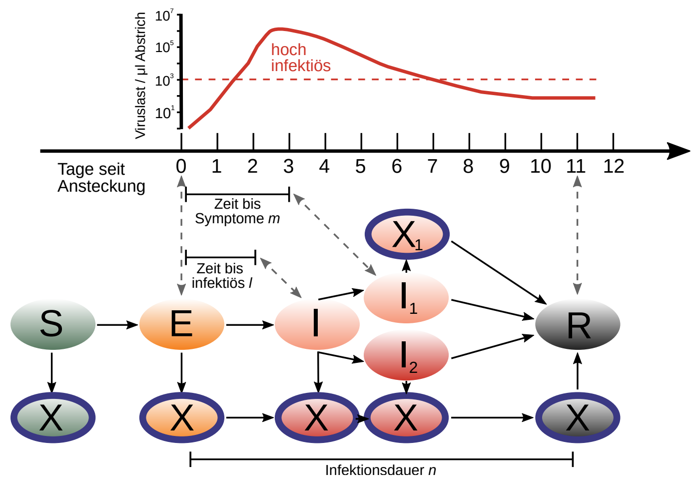


Abbildung 1. In der agentenbasierten Simulation kann sich jeder Agent zu einem Zeitpunkt in genau einem Zustand befinden, welcher an den Infektionsverlauf und die damit einhergehende Viruslast innerhalb des Agenten gekoppelt ist: Agentinnen starten im suszeptiblen Zustand „susceptible" (S). Findet eine Übertragung der Krankheit statt, und sind die Agentinnen mit dem Virus „angesteckt", so wechseln sie in den „exposed" Zustand (E). Nach einem Zeitraum l werden angesteckte Agenten selbst infektiös (I) und können asymptomatisch bleiben I_1 oder nach einer Zeit m Symptome entwickeln I_2. Nach Ablauf der Infektionsdauer n folgt die Rekonvaleszenz, Agentinnen sind „recovered" (R) und nicht mehr ansteckbar. Agenten können sich in jedem dieser Zustände auch in Quarantäne (X) befinden. Die abgebildeten Zeiträume entsprechen in etwa dem Verhalten von einer Infektion mit der Omikron Variante des SARS-CoV-2-Virus.

mulation über einen Bernoulli-Prozess mit einer Basistransmissionswahrscheinlichkeit β, die durch eine Reihe von biologisch motivierten Mechanismen und Interventionen q_i moduliert wird. Wir modellieren hierbei die wichtigsten Mechanismen, die Einfluss auf das Transmissionsrisiko nehmen: das Absinken des Transmissionsrisikos mit Fortschreiten der Infektion q_1, das Vorliegen einer asymptomatischen Infektion q_2, das Absinken des Transmissionsrisikos, wenn der infizierte und/oder der suszeptible Agent eine Maske tragen (q_3 und q_4), sowie eine vorliegende Immunisierung der suszeptiblen Agentin q_5. Die Wahrscheinlichkeit einer Ansteckung p ist entsprechend gegeben als

$$p = 1 - \left(1 - \beta \prod_{i=1}^{5} (1 - q_i)\right).$$

Hierbei sind die Werte für die q_i aus Studien zur Infektiösität von SARS-CoV-2 sowie zur Wirksamkeit von Maßnahmen entnommen. Die Basistransmissionswahrscheinlichkeit β wird so kalibriert, dass das Modell die Infektionsdynamik möglichst realitätsnah wiederspiegelt. Für die Kalibrierung wurden uns von der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) Daten zur Verteilung von Clustergrößen (Anzahl der Infizierten in einem Ausbruch) an Oberstufen und Gymnasien in Österreichischen Schulen zur Verfügung gestellt [7]. Noch besser für die Kalibrierung wären entsprechende Daten zu Ausbrüchen in Universitäten gewesen, aber da solche Daten nicht zur Verfügung standen, mussten wir uns mit Daten aus dem Schulkontext behelfen. Unserer Ansicht nach sind die Kontaktsituationen in Oberstufen hinreichend ähnlich zu jenen an Universitäten, um diese Näherung zu rechtfertigen.

Ein Kontaktnetzwerk für die ganze Universität

Ob Agenten im Verlauf eines Tages miteinander interagieren wird über ein sogenanntes „Kontaktnetzwerk" festgelegt. Dieses Netzwerk bestimmt, mit welchen anderen Agenten eine Agentin an einem gegebenen Tag interagiert. Das Kontaktnetzwerk bildet den Kern unserer Simulation, da es die für eine Universität charakteristischen Kontaktsituationen abbildet. Kontaktsituationen zwischen Studierenden sowie Lehrenden im Lehrbetrieb ergeben sich in Lehrveranstaltungen und Prüfungen, die von Studierenden belegt und von Lehrenden betreut werden. Da sich Studierende für Lehrveranstaltungen anmelden müssen, gibt es im Campus-Management-System der Universität Daten, aus dem sich so ein Kontaktnetzwerk rekonstruieren lässt. Dies inkludiert klassische Vorlesungen, aber auch Prüfungen, Übungen oder Exkursionen. So konnten wir alle potentiell durch den Lehrbetrieb an der Universität verursachten Kontakte für das Wintersemester 2019/20 – das letzte Semester im vollen Präsenzbetrieb – in einem zeitaufgelösten Kontaktnetzwerk darstellen. Abbildung 2 zeigt einen Ausschnitt dieses Kontaktnetzwerkes: alle Kontakte zwischen Studierenden im Bachelor im Verlauf einer Woche am Anfang des Semesters. Jeder Knoten in diesem Netzwerk ist ein:e Studierende:r und jede Kante eine gemeinsam belegte Vorlesung. Für die Einbettung des Netzwerkes in zwei Dimensionen ist dabei ein sogenanntes „Feder-Layout" gewählt, dass die Distanz zwischen zwei Knoten proportional zur Stärke oder Anzahl ihrer Verbindungen festlegt. Es ist deutlich zu sehen, dass Studierende einiger Studienrichtungen einander „näher" sind als andere, also Studierende häufiger (nur) gemeinsam Lehrveranstaltungen belegen. Das gesamte Kontaktnetzwerk beinhaltet 10 755 Studierende und 974 Leh-

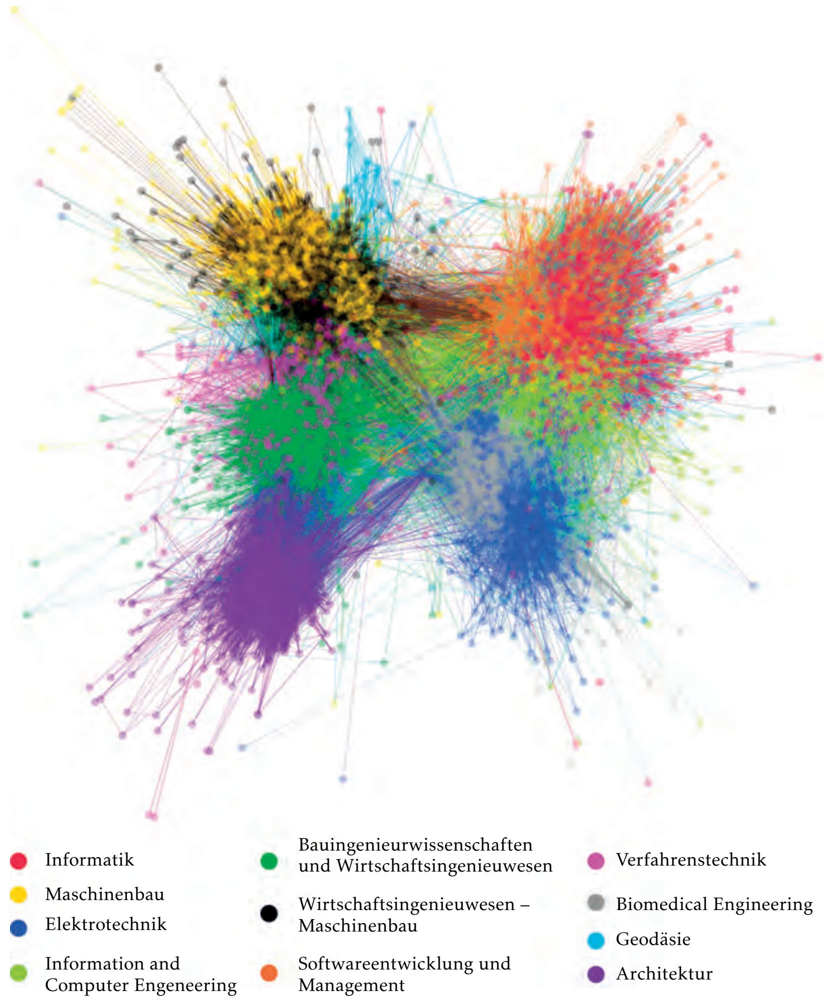


Abbildung 2. Kontaktnetzwerk der Studierenden in Bachelor-Studiengängen an der TU Graz während einer Woche im Wintersemester 2019/20

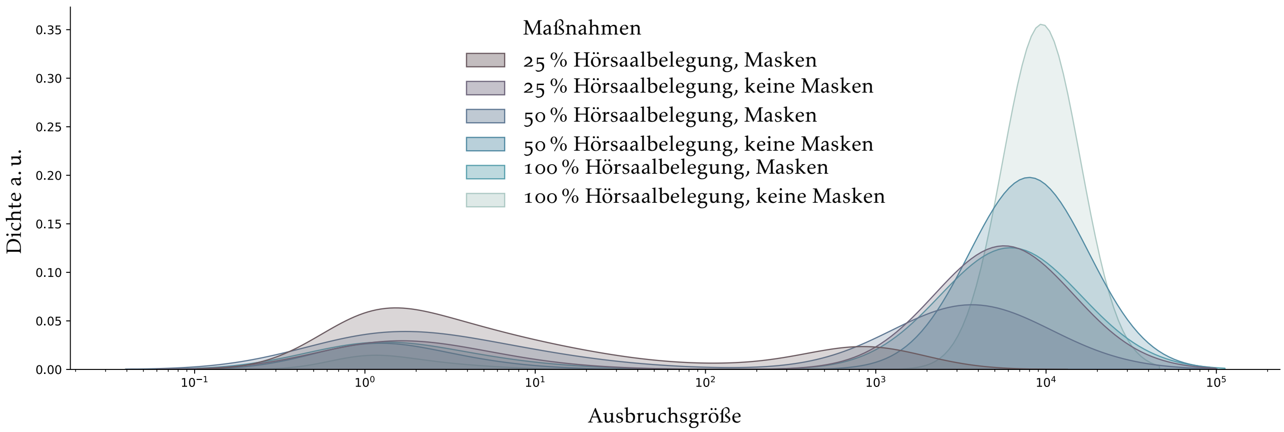
rende, die im Wintersemester 2019/20 entweder aktiv an Lehrveranstaltungen oder Prüfungen teilgenommen, oder diese betreut haben.

Maßnahmen gegen COVID

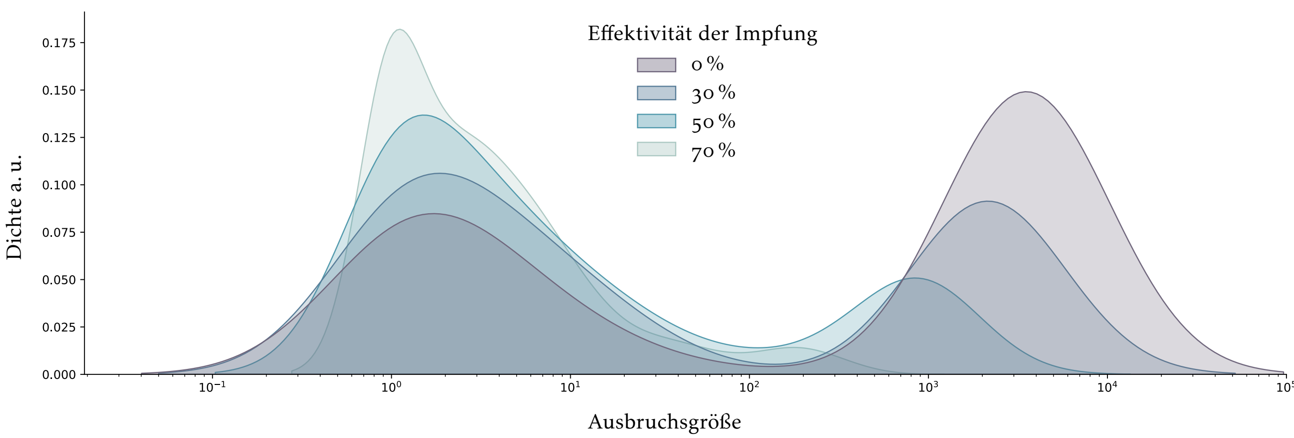
Das fertig kalibrierte Simulationsmodell bestehend aus Agentinnen, die auf einem Kontaktnetzwerk interagieren, können wir nun einsetzen, um die Wirksamkeit von Maßnahmen gegen die Ausbreitung des Virus zu untersuchen. Bei der Implementierung von Maßnahmen in unserem Modell haben wir uns eng mit einer für das Pandemiemanagement im Bereich der Lehre zuständigen Abteilung abgestimmt um sicherzustellen, dass wir nur Maßnahmen betrachten, die im Rahmen der Möglichkeiten der Universität auch realistisch umgesetzt werden können. Neben der gegebenen hohen Durchimpfungsrate von über 80 % unter Studierenden und Lehrenden sind hier vor allem das Tragen von Masken sowie die Reduktion der Hörsaalbelegung interessant. Für jedes Maßnahmenszenario (Masken, keine Masken sowie eine Hörsaalbelegung von 25 %, 50 % und 100 %) haben wir 1000 Simulationen durchgeführt, um die Verteilung der Ausbruchsgrößen zu bestimmen. Wir nehmen dabei an, dass eine Impfung das Infektionsrisiko mit der Omikron-Variante um 50 % senkt, was eine relativ optimistische Annahme darstellt [1].

Ergebnisse

In Abbildung 3A ist zu sehen, dass bei einer Hörsaalbelegung von 100 % und ohne Masken fast alle Ausbrüche sehr groß werden: Im Schnitt werden 6598 [0; 9517] Studierende und Lehrende infiziert. Da die Verteilungen sehr verzerrt sind, geben wir neben dem Mittelwert auch immer das 95 %-Konfidenzintervall an. Wird die Hörsaalbelegung auf 50 % reduziert, so reduziert sich die mittlere Ausbruchsgröße auf 4776 [0: 8060]. Werden stattdessen Masken getragen, so reduziert sich die mittlere Ausbruchsgröße weiter, auf 2777 [0; 6323]. Trotz der deutlichen Reduktion durch diese Maßnahmen ist eine mittlere Ausbruchsgröße von



A



B

Abbildung 3. Verteilung von Ausbruchsgrößen für verschiedene Szenarien und je 1000 Simulationen. A: für verschiedene Maßnahmen-Szenarien bei einer angenommenen Effektivität der Impfung gegen Infektion von 50 %. B: für verschiedene Effektivitäten der Impfung bei 25 % Hörsaalbelegung und Masken.

über tausend Lehrenden und Studierenden weit von einem „sicheren" Betrieb entfernt. Selbst wenn die Hörsaalbelegung auf 25 % reduziert und Masken getragen werden, erreichen Ausbrüche im Mittel immer noch 66 [0; 1008] Agentinnen. In einer vorangegangenen Studie, in der wir die Delta-Variante zugrunde gelegt haben [3], hat sich noch ein ganz anderes Bild ergeben: insbesondere die hohe Schutzwirkung der Impfung gegen Ansteckungen hat es ermöglicht, Ausbrüche in Kombination mit anderen Maßnahmen effektiv zu unterdrücken.

Auch für die Omikron-Variante werden Ausbrüche kontrollierbarer, wenn wir eine höhere Effektivität der Impfung gegen eine Ansteckung annehmen (siehe Abbildung 3B): bei einer Effektivität von 70 % reduziert sich die mittlere Ausbruchsgröße (mit Masken, Hörsaalbelegung 25 %) auf 4 [0; 27]. Bei einer noch höheren Effektivität von 90 % kann die Hörsaalbelegung auf 50% erhöht werden (Masken werden weiter benötigt), während die mittlere Ausbruchsgröße nur leicht auf 7 [0; 103] steigt. Um eine so hohe Effektivität der Impfung zu erreichen sind allerdings neue, an die Omikron-Variante angepasste Impfstoffe notwendig.

Unsere Simulationen führen uns zu der Schlussfolgerung, dass unter den zu Jahresbeginn 2022 gegebenen Umständen und verfügbaren Maßnahmen keine Präsenzlehre durchgeführt werden kann, ohne größere Ausbrüche in Kauf zu nehmen. Gleichzeitig kann ohne Widerspruch zu den Ergebnissen, und im Kontext des Trends in vielen europäischen Ländern in dieser Phase der Pandemie, auch die Entscheidung zugunsten einer Rückkehr zum Normalbetrieb erfolgen: Einerseits weil es im Ergebnis irrelevant sein kann, ob sich eine sehr große Zahl von Studierenden und Lehrenden auch im Hörsaal oder nur außerhalb der Universität infizieren, was angesichts der Infektiösität der Omikron-Variante zu erwarten ist. Andererseits, weil es sich um eine Population handelt, die durch eine im Vergleich sehr hohe Impfquote gut vor schweren Krankheitsverläufen geschützt ist.

Lediglich ein Mittelweg, der viele Nachteile, wie den zusätzlichen Aufwand von hybriden Lehrszenarien oder die Einhaltung und Kontrolle einer Maskenpflicht sowie die Umstände, die sich daraus ergeben, nur einen Bruchteil der Plätze in Hörsälen und Seminarräumen zu nutzen, vereint, aber gleichzeitig nicht vor größeren Ausbrüchen schützt, könnte sich als schlechteste Option entpuppen. Unsere Simulationen illustrieren deutlich, dass es seit der Ausbreitung der hochinfektiösen Omikron-Variante keinen guten Mittelweg (Sicherheit vor großen Ausbrüchen durch verkraftbare Maßnahmen) mehr gibt – zumindest nicht, bis eine entsprechend angepasste Impfung verfügbar ist.

Die Ergebnisse unserer hier beschriebenen Studie sind auch in einem kürzlich erschienenen Preprint nachzulesen [4].

Anmerkung

1. ‚Agent' ist als Fachbegriff zu verstehen, dahinter stecken aber letztlich natürlich Menschen mit unterschiedlichem Geschlecht, was wir im weiteren Text durch gelegentliche Verwendung des Wortes in anderem grammatikalischen Geschlecht sichtbar machen möchten.

Literatur

[1] Christian Holm Hansen, Astrid Blicher Schelde, Ida Rask Moustsen-Helm, Hanne-Dorthe Emborg, Tyra Grove Krause, Kåre Mølbak, and Palle Valentiner-Branth. Vaccine effectiveness against SARS-CoV-2 infection with the omicron or delta variants following a two-dose or booster BNT162b2 or mRNA-1273 vaccination series: A danish cohort study. *medRxiv*, December 2021. DOI 10.1101/2021.12.20.21267966

[2] Jana Lasser. Small community seirx package v1.4.1.

[3] Jana Lasser, Timotheus Hell, and David Garcia. High COVID-19 vaccine coverage allows for a re-opening of European universities. *medRxiv*, 2021. DOI 10.1101/2021.11.16.21266383

[4] Jana Lasser, Timotheus Hell, and David Garcia. Assessment of the effectiveness of Omicron transmission mitigation strategies for European universities using an agent-based network model. *Journal of Clinical Infectious diseases*, ciac340, 2022. DOI 10.1093/cid/ciac340

[5] Jana Lasser, Johannes Sorger, Lukas Richter, Stefan Thurner, Daniela Schmid, and Peter Klimek. Assessing the impact of SARS-CoV-2 prevention measures in Austrian schools using agent-based simulations and cluster tracing data. *Nature Communications*, 13(1):1–17, 2022.

[6] Jana Lasser, Johannes Zuber, Johannes Sorger, Elma Dervic, Katharina Ledebur, Simon David Lindner, Elisabeth Klager, Maria Kletečka-Pulker, Harald Willschke, Katrin Stangl, et al. Agent-based simulations for protecting nursing homes with prevention and vaccination strategies. *Journal of the Royal Society Interface*, 18(185):20210608, 2021.

[7] Lukas Richter and Daniela Schmid. Austrian SARS-CoV-2 clusters with in-school transmissions.

Dr. Jana Lasser
Technische Universität Graz,
Institut für Interactive Systems and Data Science,
Inffeldgasse 16C, 8010 Graz, Österreich
jana.lasser@tugraz.at

DI Timotheus Hell
Technische Universität Graz,
Lehr- und Studienentwicklung,
Rechbauerstraße 12, 8010 Graz, Österreich
hell@tugraz.at

Jana Lasser arbeitet als PostDoc im Computational Social Science Lab an der TU Graz sowie am Complexity Science Hub Vienna. In ihrer Forschung nutzt sie die während ihres Doktorats der Physik gewonnene Erfahrung in der Modellierung nichtlinearer dynamischer Systeme, um emergente Phänomene in komplexen sozialen Systemen zu beschreiben. Dabei setzt sie Methoden aus dem Machine Learning, Data Science und der Soziophysik ein, um eine diverse Palette von Themen – von Emotionsdynamik über die Ausbreitung von Falschinformationen bis hin zur Ausbreitung von infektiösen Krankheiten – zu untersuchen.

Timotheus Hell ist stellvertretender Leiter der Serviceeinrichtung Lehr- und Studienentwicklung an der TU Graz.

Datenassimilation: Die nahtlose Verschmelzung von Daten und Modellen

Melina Freitag und Sebastian Reich

Der Sonderforschungsbereich SFB 1294 „Datenassimilation: Die nahtlose Verschmelzung von Daten und Modellen“ wird seit 2017 von der Deutschen Forschungsgemeinschaft an der Universität of Potsdam gefördert und befindet sich gegenwärtig am Beginn der zweiten Förderphase. Gemeinsam mit den Projektpartnern der Humboldt Universität zu Berlin, der Technischen Universität Berlin, dem Weierstraß-Institut für Angewandte Analysis und Stochastik sowie dem Helmholtz-Zentrum Potsdam: Deutsches GeoForschungsZentrum GFZ, werden innerhalb des Verbundes sowohl die statistischen und mathematischen Grundlagen also auch mannigfaltige Anwendungen zeitabhängiger inverser Probleme untersucht. In diesem Beitrag werden in kurzen Zügen sowohl die grundlegende mathematische Fragestellung also auch die aktuellen wissenschaftlichen Projekte des SFBs vorgestellt.

Einleitung

Die nahtlose Integration großer Datenmengen in komplexe Computermodelle bildet eine der großen Herausforderungen der mathematischen Wissenschaften im 21. Jahrhundert. Die Verschmelzung von Daten und Modellen wird Datenassimilation genannt, falls die Computermodelle auf Evolutionsgleichungen beruhen und die Daten zeitlich strukturiert sind. Die Assimilation von Daten in Computermodelle dient einem breitem Spektrum von Zwecken, welches von der Kalibrierung von Modellen über Modellvergleiche bis hin zur Entwicklung neuer Modelle reicht.

Das Gebiet der Datenassimilation ist durch Anwendungen in der Meteorologie, Hydrologie und Rohstoffsuche vorangetrieben worden. Eine theoretische Untermauerung existierender Algorithmen fehlte bisher jedoch weitestgehend. Weiterhin erfordern neue Anwendungen in der Biologie, Medizin und den Kognitions- und Neurowissenschaften neuartige Assimilationstechniken. Es ist daher das Ziel des SFBs, systematisch Methoden zur Datenassimilation zu entwickeln und deren Effizienz und Robustheit am Beispiel etablierter und neuer Anwendungsgebiete zu demonstrieren.

Der SFB ergänzt die Bayes'sche Sichtweise auf die Datenassimilation durch eine allgemeine statistische Herangehensweise an die innewohnenden Inferenzprobleme. Wesentliche Herausforderungen ergeben sich sowohl aus der Hochdimensionalität, Nichtstationarität und Nichtlinearität der Modelle als auch der nicht-Gaußschen Statistik der Daten. Die Anwendungsbereiche des SFBs schließen die Geowissenschaften ein, aber auch neue Anwendungsgebiete der Datenassimilation wie die Biophysik, die Kognitionswissenschaften und die Pharmakologie.

Grundlegende mathematische Fragestellung

Das zentrale Thema des SFBs bildet die statistische Inferenz für stochastische Prozesse die partiell und mit Meßfehler beobachtet werden. Die stochastischen Prozesse können aus sehr unterschiedlichen Perspektiven entstehen wie z. B. Blickbewegungen beim Lesen, der Verteilung von Erdbeben oder der Lokalisierung hochenergetischer Strahlungsgürtel im äußeren Erdmagnetfeld. Der Einfachheit halber betrachten wir hier endlich-dimensionale Diffusionsprozesse von der Art

$$\mathrm{d}X_t = f(X_t,\theta)\mathrm{d}t + \Sigma^{1/2}\mathrm{d}W_t$$

wobei $X_t \in \mathbb{R}^N$ den Zustand des Prozesses zum Zeitpunkt $t > 0$ beschreibt, $f(\cdot,\theta)$ eine Funktionsfamilie bezeichnet, die von den unbekannten Parametern $\theta \in \mathbb{R}^L$ abhängt, sowie W_t Brownsche Bewegung und Σ die Diffusionsmatrix repräsentieren. In dem Fall, dass die Driftfunktion f einem mechanistischen Modell entspricht, gilt häufig $L \ll N$, während für Modelle aus dem Bereich des maschinellen Lernens eher $L > N$ erwartet werden kann. Beide Szenarien führen auf unterschiedliche algorithmische und theoretische Herausforderungen, wenn sowohl X_t, $t > 0$, als auch θ aus verfügbaren Daten $Y_t \in \mathbb{R}^D$ zu schätzen sind. Hierbei sollen die Daten der Einfachheit halber dem Beobachtungsmodell

$$\mathrm{d}Y_t = h(X_t)\mathrm{d}t + \mathrm{d}V_t$$

genügen. Im Allgemeinen gilt, dass $D < N$ (partielle Beobachtungen), h eine nichtlineare Funktion des Zustandes ist, und V_t wiederum Brownsche Bewegung beschreibt. Ziel ist es nun, Schätzer $\hat{X}_t$ and $\hat{\theta}_t$ für den Zustand und die Parameter als Funktion der Daten $\{Y_s\}_{s\le t}$ zu formulieren. Der Bayes'sche Zugang zu diesem Problem führt insbesondere

DOI 10.1515/dmvm-2022-0037

auf McKean-Vlasov-Diffusionsprozesse der Form

$$\mathrm{d}\hat{X}_t = f(\hat{X}_t)\mathrm{d}t + \Sigma^{1/2}\mathrm{d}W_t + K(\hat{\pi}_t, X_t)\circ \mathrm{d}I_t$$

wobei I_t die Innovation und K den Gain bezeichnen. Dabei haben wir uns nun auf die reine Zustandsschätzung beschränkt. Die Innovation genügt

$$\mathrm{d}I_t = \mathrm{d}Y_t - h(\hat{X}_t)\mathrm{d}t - \mathrm{d}\tilde{V}_t.$$

Der Gain K hängt sowohl von der Verteilung $\hat{\pi}_t$ von $\tilde{X}_t$ ab als auch dem Zustand $\tilde{X}_t$ selbst. Ein wichtige theoretische Fragestellung besteht in der korrekten Interpretation des stochastischen Integrals $\int_0^t K(\hat{\pi}_s, X_s)\circ \mathrm{d}I_s$. Von wenigen Spezialfällen abgesehen ist auch ein umfassende Lösungstheorie für derartige McKean-Vlasov-Diffusionsprozesse ausstehend und ein zentrales Forschungsthema des SFBs. Die numerische Implementation für hochdimensionale Probleme stellt ebenfalls eine große Herausforderung dar und wird in mehreren Teilprojekten des SFBs in unterschiedlichen Konstellationen aufgegriffen. Weitere Herausforderungen ergeben sich durch eine geeignete Wahl des Beobachtungsoperators h, die Verbindung zu Problemen der optimalen Steuerung und der Modellreduktion, welche ebenfalls im SFB adressiert werden. Zur erfolgreichen Bearbeitung dieser und verwandter Fragestellungen vereint der SFB verschiedene mathematische Fachdisziplinen wie z. B. Stochastik, mathematische Statistik, angewandte und numerische Mathematik, aber auch Bereiche der Informatik und des maschinellen Lernens; all dies in enger Abstimmung mit konkreten Anwendungen aus den Geowissenschaften, den Kognitionswissenschaften, der Pharmakololgie und der Biophysik. Im Folgenden werden nun alle Teilprojekte des SFBs kurz vorgestellt.

Forschungsprojekte

In diesem Abschnitt werden zunächst die aktuellen wissenschaftlichen Projektideen skizziert. Diese teilen sich auf zwei Projektgruppen auf. Die erste Gruppe ist vorrangig der Entwicklung der Theorie und neuer Algorithmen gewidmet, während in der zweiten Gruppe vorrangig Algorithmen und ihre Anwendungen im Vordergrund stehen. Eine enge Verzahnung der drei Säulen *Theorie*, *Algorithmen* und *Anwendungen* ist ein zentrales Anliegen des SFBs.

Projektgruppe A: Theorie und Algorithmen
A01: Statistik von stochastischen partiellen Differentialgleichungen
Das Projekt trägt zum sich aktuell entwickelnden Gebiet der Statistik von stochastischen partiellen Differentialgleichungen bei. Allgemeine Prinzipien statistischer Inferenz und nicht-parametrische Methoden werden systematisch entwickelt. Parallel werden spezifische Schätzprobleme aus Physik und Neurowissenschaften behandelt. Mathematisch fundierte Tests zur Modellvalidierung werden die Einsetzbarkeit derartiger Modelle in Anwendungen steigern. (PIs: Beta, Universität Potsdam, Reiß, Humboldt Universität zu Berlin, Stannat, Technische Universität Berlin)

A02: Langzeit-Stabilität und Genauigkeit von Ensemble-transformationsbasierten Filteralgorithmen
Sequentielle Monte-Carlo-Methoden sind ein Standardwerkzeug zur sequentiellen Zustands- und Parameterschätzung. Diese Methoden sind allerdings in der Praxis nur auf niedrigdimensionale Probleme anwendbar. In den letzten Jahren sind deshalb vermehrt alternative Algorithmen, wie z.B. der Ensemble-Kalman-Filter (EnKF), zur Anwendung gekommen, die dieser Beschränkung nicht unterliegen; deren theoretische Eigenschaften sind jedoch bisher nur wenig verstanden. Ziel des Projekts ist es daher, das Langzeitverhalten (Stabilität und Genauigkeit) des EnKF und verwandter Filteralgorithmen zu untersuchen. (PIs: de Wiljes, Reich, Universität Potsdam, Stannat, Technische Universität Berlin)

A03: Sequentielles und adaptives Lernen unter abhängigen und Nicht-Standard-Zielfunktionen
Das Projekt behandelt das Thema der sequentiellen, adaptiven Erhebung von Daten, mit dem Ziel, Optimalität bezüglich einer gegebenen Zielfunktion zu erreichen. Zu jedem Zeitpunkt kann nur begrenzt Information gesammelt werden, wobei der/die Nutzer/in sequentiell entscheiden kann, was beobachtet wird. Im Unterschied zu klassischen Ansätzen des sequentiellen Lernens sind die Daten zeitlich korreliert und stammen aus einem zugrunde liegenden stochastischen Prozess. Das Projekt konzentriert sich auf Fälle, in denen der Aktionsraum nicht mehr endlich und klein ist, sondern unendlich und eventuell stetig. (PIs: Carpentier, de Wiljes, Universität Potsdam)

A04: Nichtlineare statistische inverse Probleme mit zufälligen Beobachtungen
Dieses Projekt beschäftigt sich mit nichtlinearen statistischen inversen Problemen. Ziel ist es, die funktionale Abhängigkeit zwischen beobachteten Kovariaten und intrinsischen (nicht beobachteten) Parametern eines Systems zu schätzen, wobei das System durch ein spezifisches Modell, z. B. eine Differentialgleichung, bis auf die Parameter bekannt ist. Als Anwendungsfeld werden mechanistische Modelle aus der Pharmakokinetik betrachtet. Frequentistische sowie Bayes'sche nicht-parametrische Schätzer werden entwickelt und deren effiziente Berechnung und Unsicherheitsquantifizierung untersucht. (PIs: Huisinga, Lie, Universität Potsdam, Reiß, Humboldt Universität zu Berlin)

A06: Approximative Bayes'sche Schätzung und Modellauswahl für stochastische Differentialgleichungen
Dieses Projekt befasst sich mit semi-parametrischen und nicht-parametrischen Methoden zur Schätzung von Driftfunktionen in Systemen stochastischer Differenzialgleichungen (SDEs) und dynamischen Punktprozess-Modellen. Hierzu werden Monte-Carlo-Verfahren und variationelle Bayes-Methoden entwickelt und deren Konvergenzraten und Approximationseigenschaften studiert. Ebenso werden neue Methoden zur Bayes'schen Modellselektion hergeleitet. Diese sollen es u. a. ermöglichen, anhand der vorhandenen Daten eine Priorverteilung aus einer gegebenen Klasse auszuwählen. (PIs: Opper, Technische Universität Berlin,

Reich, Universität Potsdam, Spokoiny, Weierstraß-Institut Berlin)

A07: Modellreduktion für Bayes'sche Inferenz
Bayes'sche Verfahren stellen einen beliebten Ansatz dar, um inverse Probleme zu lösen. Diese Methoden beinhalten jedoch das Realisieren von Zufallsgrößen in hochdimensionalen Räumen oder die Auswertung komplexer Vorwärtsmodelle und sind daher tendenziell rechenaufwendig. In diesem Projekt werden rechnerisch effiziente Bayes'sche Inferenz-Algorithmen entwickelt, die auf Methoden der Modellreduktion und Dimensionsreduktion basieren. Die Auswirkung dieser Methoden auf die Genauigkeit der resultierenden approximativen a-posteriori Verteilung wird untersucht. (PIs: Freitag, Lie, Universität Potsdam)

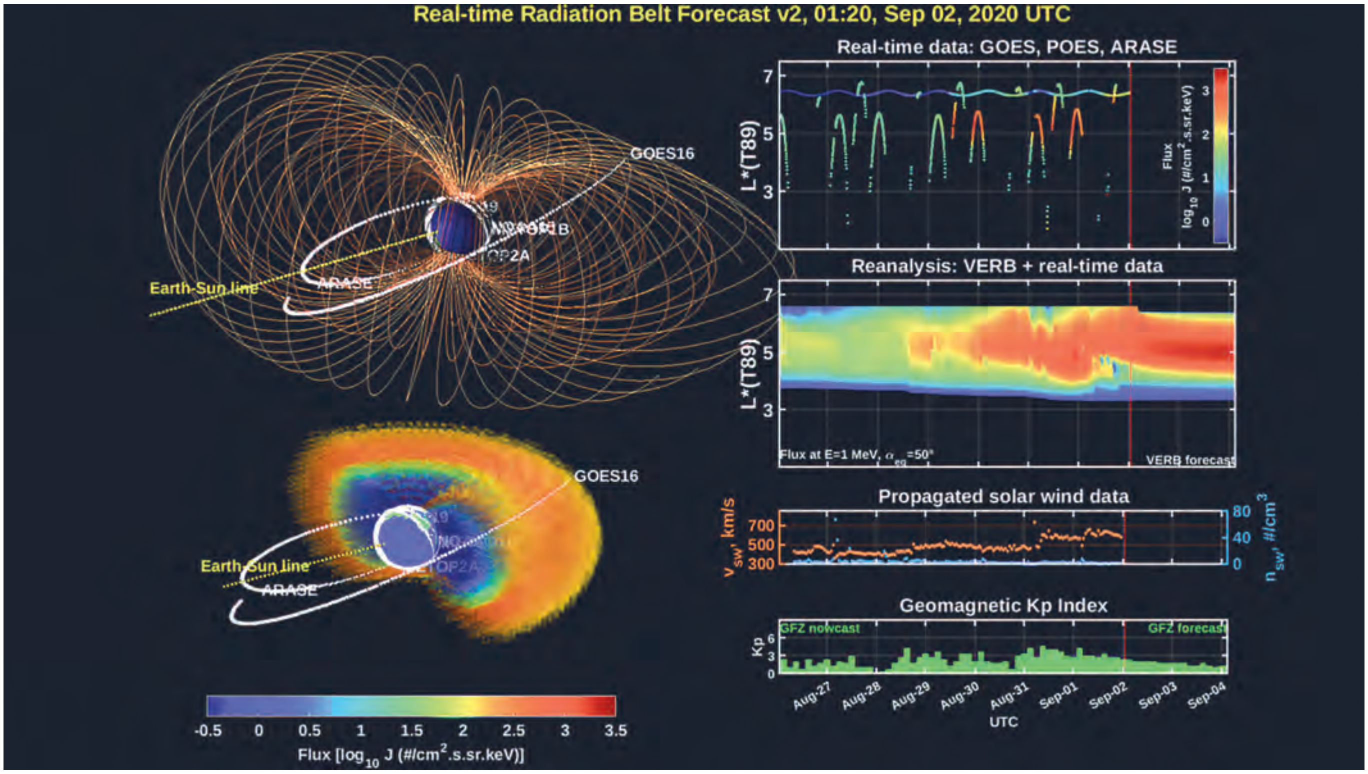
Projektgruppe B: Algorithmen und Anwendungen
B02: Inferenz von Modellen zur Beschreibung amöboider Zellbewegungen
Die Motilität amöboider Zellen ist für eine Vielzahl von biologischen Prozessen wie der Wundheilung, der Ausbreitung von Krebszellen und der Morphogenese von wesentlicher Bedeutung. In diesem Projekt wird ein Datenassimilationsansatz für eine der am häufigsten verwendeten Klassen von Motilitätsmodellen etabliert. Dadurch wird man in die Lage versetzt, bestehende Motilitätsmodelle zu vergleichen und zu verbessern, um spezifische biologische Fragen zu beantworten, die beispielsweise das Umschalten zwischen verschiedenen Motilitätsphänotypen betreffen. (PIs: Beta, Holschneider, Universität Potsdam)

B03: Parameterschätzung und Modellvergleich für dynamische Kognitionsmodelle
Das Projekt untersucht die Datenassimilation für dynamische kognitive Modelle. Mit dem wachsenden Interesse an dynamischen Modellen der Kognition muss die Modellevaluation auf der Basis von zeitlich geordneten Daten im Forschungsgebiet etabliert werden. Der Fokus dieses Projektes liegt auf dynamischen Modellen der Blickbewegungskontrolle beim Lesen und in der Szenenwahrnehmung. Neben der Modellentwicklung ist geplant, verschiedene Approximationen der Likelihood-Funktion zu untersuchen und effiziente Algorithmen für Datenassimilation und Modellvergleich zu entwickeln. (PIs: Engbert, Reich, Universität Potsdam)

B04: Parametrische und nicht-parametrische Modellierung raumzeitlicher Änderungsmuster in Hawkes-Prozess-Modellen für Seismizität
Das Projekt hat die Detektierung von Änderungsmustern in einem Modell für das raumzeitliche Auftreten von Erdbeben als Inhalt. Dazu wird das in der ersten Förderperiode entwickelte Modell GP-ETAS verwendet, welches das Hawkes-Prozess-Modell ETAS mit Gauß-Prozess-Modellierung kombiniert. Dieses semi-parametrische Modell wird weiterentwickelt, um unterschiedliche Formen von Änderungsverhalten in Seismizität beschreiben zu können und soll schließlich zu einem vollständig nicht-parametrischen Modell verallgemeinert werden. (PIs: Holschneider, Zöller, Universität Potsdam)

B06: Neue Methoden für die Datenassimilation von hochvariablen und dynamischen Ringstrom-Populationen
Energetische Partikel im erdnahen Weltraum stellen ein erhebliches Risiko für erdumkreisende Satelliten und Menschen im Weltraum dar. Während der ersten Förderperiode lag die Konzentration auf der Entwicklung von Datenassimilations-Werkzeugen für die energiereichsten Elektronen, die sogenannten Strahlungsgürtel. Während der zweiten Förderperiode liegt der Focus auf einer weiteren, sehr variablen Elektronenpopulation, die gewöhnlich als Ringstrom bezeichnet wird und Ladung auf Satelliten

Blickbewegungskontrolle bei der Szenenwahrnehmung an einem Beispiel: Die Augenbewegung lässt sich verfolgen, und die daraus resultierenden Daten enthalten viele systematische Effekte, die die Auswirkungen der visuellen Aufmerksamkeit widerspiegeln. Links: Empirisch gemessene Trajektorie der menschlichen Augenbewegung. Rechts: Modellsimulation der Augenbewegung. (Quelle: Lisa Schwetlick, 2020)



Echtzeitanzeige am GFZ-Potsdam. Zweitägige Strahlungsgürtelvorhersage von Elektronen unter Verwendung des VERB-Codes (Kalman-Filter) zur Datenassimilation und Echtzeitdaten. Oben links: Echtzeit-Satellitentrajektorien und Geometrie der Magnetfeldlinien. Unten links: 3D-Visualisierung der Strahlungsgürtel. Rechts: Die obere Tafel zeigt die Echtzeit-Flussmessungen. Das zweite Feld zeigt den Schnitt in Energie und äquatorialen Neigungswinkeln. Das dritte Feld zeigt die resultierende Reanalyse der Strahlungsgürtel und eine Vorhersage mit einem Horizont von zwei Tagen. (Quelle: GFZ-RB-Vorhersage, 2021)

erzeugt. Die neuen Ansätze und Methoden werden an weltraumphysikalischen Daten getestet. (PIs: de Wiljes, Universität Potsdam, Shprits, Universität Potsdam/GFZ-Potsdam)

B07: Inferenz der Dynamik aktiver Teilchen mittels Datenassimilation

Selbstorganisation von Bakterien ist ein bedeutendes Musterbeispiel aktiver Materie, das viele entscheidende Phänomene bestimmt, beispielsweise die Ausbreitung von Infektionskrankheiten oder die Bildung von Biofilmen. In diesem Projekt werden Methoden der Datenassimilation zur Analyse aktiver Materie entwickelt. Das Bodenbakterium *Pseudomonas putida* dient dabei als Modellsystem. Ziel ist das datengetriebene Verständnis der Variabilität des stochastischen Bewegungsmusters und des kollektiven Verhaltens bakterieller Schwimmer auf der Basis beobachteter Trajektorien. (PIs: Beta, Großmann, Universität Potsdam, Opper, Technische Universität Berlin)

B08: Verstärkendes Lernen und Datenassimilation für kontinuierliches Lernen in der Individualisierung von Arzneimitteltherapien

Die Variabilität im Ansprechen von Patient/innen auf Arzneimittel ist eine zentrale Herausforderung in der Arzneimitteltherapie, z. B. in der zytotoxischen Chemotherapie. Das Projekt zielt auf eine neue Klasse modell-informierter Präzisionsdosierungsansätze ab, indem es verstärkendes Lernen und Datenassimilation so kombiniert, dass ein kontinuierliches Lernen unter Nutzung relevanter Patient/innen-Faktoren und therapeutischer Biomarker-Monitoringdaten über neue Patient/innen möglich ist und die zentralen Probleme der Modellverzerrung und Komplexität realer Situationen adressiert werden können. (PIs: de Wiljes, Huisinga, Universität Potsdam, Opper, Technische Universität Berlin)

B09: Modellierung von Hirnsignalen bei der Sprachverarbeitung mit künstlichen neuronalen Netzen

Die Leistung künstlicher neuronaler Netze (KNN) in komplexen Aufgaben wie u. a. Sprachverarbeitung ist in den letzten Jahren stark gestiegen. Ziel des Projekts ist es zu erforschen, inwiefern diese KNN der Sprachverarbeitung gute Modelle für menschliche Sprachverarbeitung darstellen. Dies soll getestet werden, indem Repräsentationen der Sprachverarbeitung in KNN mit aus Hirnaktivität erschlossenen Repräsentationen bei menschlicher Sprachverarbeitung verglichen werden. Weiterhin soll der Einfluss der Assimilation der Sprachdaten auf das Modellverhalten untersucht werden. (PIs: Rabovsky, Reich, Universität Potsdam)

Projektgruppe Z: Zentrale Projekte

Diese Projektgruppe umfasst das Koordinationsprojekt Z01, ein integriertes Graduiertenkolleg Z02 und das Informationsinfrastrukturprojekt Z03.

Z02: Integriertes Graduiertenkolleg
Das Integrierte Graduiertenkolleg bietet insbesondere ein strukturiertes Ausbildungs- und Karriereförderungsprogramm, das es Doktoranden und Postdoktoranden ermöglicht, das Potenzial des SFBs für die frühe Karriereentwicklung voll auszuschöpfen. (PIs: Freitag, Huisinga, Universität Potsdam)

Z03: Informationsinfrastrukturen für die Datenassimilation
Das SFB-INF-Projekt Z03 zielt darauf ab, den Daten- und Wissensaustausch zwischen Forschenden im und mit dem SFB zu erleichtern, reproduzierbare Forschungsergebnisse zu ermöglichen und Forschende bei der Erstellung nachhaltiger Software und Daten zu unterstützen. (PIs: Engbert, Lucke, Universität Potsdam)

Danksagung
Die AutorInnen danken den SFB-Mitgliedern Prof. Dr. Ralf Engbert, Lisa Schwetlick, Dr. Jana de Wiljes (alle Universität Potsdam) und Prof. Dr. Yuri Shprits (GFZ Potsdam) für die Zurverfügungstellung der Abbildungen.

Prof. Dr. Melina Freitag
Institut für Mathematik, Universität Potsdam,
Karl-Liebknecht-Straße 24/25, 14476 Potsdam
melina.freitag@uni-potsdam.de

Prof. Dr. Sebastian Reich
Institut für Mathematik, Universität Potsdam,
Karl-Liebknecht-Straße 24/25, 14476 Potsdam
sebastian.reich@uni-potsdam.de

Melina Freitag ist Professorin für Datenassimilation an der Universität Potsdam. Davor war sie assoziierte Professorin an der University of Bath, Großbritannien. Seit 2021 ist sie Vorsitzende des GAMM Fachausschuss ‚Angewandte und Numerische Lineare Algebra' und leitet die SIAM Activity Group zu Linearer Algebra. Sie ist Mitherausgeberin von SIMAX, SISC und ETNA.

Sebastian Reich ist Professor für Numerische Mathematik an der Universität Potsdam. Davor war er Professor für Computationale und Angewandte Mathematik am Imperial College London. Seit 2017 ist er der Sprecher des SFB 1294 und seit 2021 Herausgeber des SIAM/ASA Journal Uncertainty Quantification. Er ist SIAM Fellow und erhielt 2003 den SIAM Dahlquist Prize für seine Beiträge zur numerischen Mathematik.

Logbuch Mathematik

Thilo Kuessner

> [...] *we found a statistically significant relationship between the rise in average global temperature and the declining Pirate population.*
>
> Bobby Henderson

Sommer in Budapest

Bei Zitaten, die älter sind als das World Wide Web, ist es heute oft schwierig, mit Google ihren Urheber ausfindig zu machen. So erinnere ich mich, ohne es heute verifizieren zu können, in einem Büchlein für mathematisch interessierte Schüler mal die Anekdote gelesen zu haben, dass es in Ungarn einst einen Statistik-Professor gab, der die Tücken der Regressionsanalyse am Beispiel der durch Budapest fließenden Donau erklärt haben soll. Immer wenn diese einen niedrigen Wasserstand habe, seien auch weniger Studenten an der Budapester Universität.

Hauptgebäude der Corvinus-Universität in Budapest

Bringen Störche Kinder?

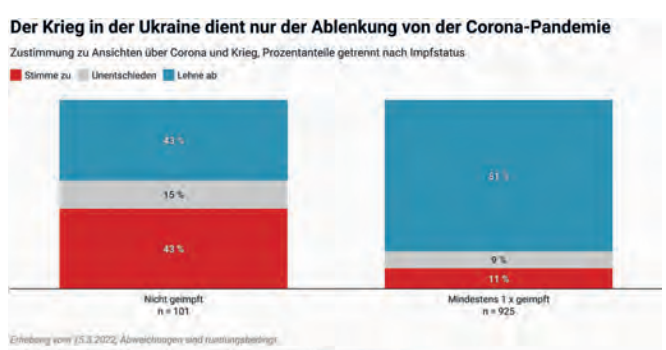
Auch dass der Weißstorch Anfang der 60er Jahre als vom Aussterben bedrohte Art galt und dementsprechend eigene Kapitel in Büchern über aussterbende Tierarten hatte, läßt sich heute mit Google kaum noch nachvollziehen. Anders ist es mit dem in der zweiten Hälfte der 60er Jahre einsetzenden Geburtenrückgang beim Menschen, zu dem sogar Wikipedia einen eigenen Artikel hat.

Und tatsächlich findet man auch im Netz leicht Erklärungen, warum Regionen mit weniger Störchen auch niedrigere Geburtenraten haben. Das Stichwort heißt „Drittvariablenkontrolle". Man nehme die Anzahl der Störche *und* den Industrialisierungsgrad als unabhängige Variablen. Dann bleibt der Industrialisierungsgrad signifikant, während die Anzahl der Störche nicht mehr signifikant ist.

Manipulation und Korrelation

Natürlich ist es oft schwierig, Kausalität und Korrelation auseinanderzuhalten. Noch schwieriger wird es, wenn man gar nicht weiß, was eine Korrelation ist – so wie offenbar Alice Weidel, die Fraktionsvorsitzende der rechtsextremen AfD, in einer Pressekonferenz zu COVID-19 am 13. April 2021.

> *Alice Weidel:* Wir halten im Übrigen auch den Inzidenzwert für manipulierbar. Durch die Ausweitung oder durch Einschränkungen der Tests lässt sich der Inzidenzwert eben auch hoch oder runter fahren.
> [...]
>
> *Journalistin:* Ich frage mich, warum Sie das Wort Manipulation benutzen. Wenn mehr getestet wird und man mehr Fälle findet, dann ist das doch näher an der Wahrheit dran.
>
> *Alice Weidel:* Ach, dann nehmen sie einfach Korrelation.
>
> *Journalistin:* Und dann noch eine ...
>
> *Alice Weidel:* Jetzt bitte fragen Sie nicht, was 'ne Korrelation ist.



Korrelation oder Kausalität oder Einfluss einer dritten Variable? (Quelle: COSMO, ein Gemeinschaftsprojekt von Universität Erfurt (UE), Robert Koch-Institut (RKI), Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA), Leibniz-Institut für Psychologie (ZPID), Science Media Center (SMC), Bernhard-Nocht-Institut für Tropenmedizin (BNITM) und Yale Institute for Global Health (YIGH)).

DOI 10.1515/dmvm-2022-0038

Ressourcenfluch

Eine andere gelegentlich behauptete Korrelation ist der sogenannte „Ressourcenfluch“. Reichtum an fossilen und mineralischen Rohstoffen soll zu einem geringeren Wirtschaftswachstum führen; in Ländern mit viel Erdöl, Gas und Kohle sollen sich Diktatur und Korruption, Gewalt und Ignoranz einfacher durchsetzen als in rohstoffarmen Ländern.

Als frühes Beispiel gilt der Silberreichtum spanischer Kolonien, der im Spanien des 16. Jahrhunderts zur Inflation, zum Niedergang des verarbeitenden Gewerbes und zu Massenarmut führte. Der Zusammenhang wurde erstmals 1578 vom Staatstheoretiker Jean Bodin hergestellt, woraus John Locke im 17. Jahrhundert dann die Quantitätstheorie des Geldes entwickelte.

Ob es sich beim Ressourcenfluch um eine Kausalität oder nur eine Korrelation handelt, dafür und dagegen gibt es natürlich viele Argumente. Saudi-Arabien ist eine stabile Autokratie, Nigeria eine instabile, Venezuela wechselt in Abhängigkeit vom Ölpreis zwischen Demokratie und Autokratie, während Norwegens politisches System vom Ölpreis unbeeindruckt bleibt.

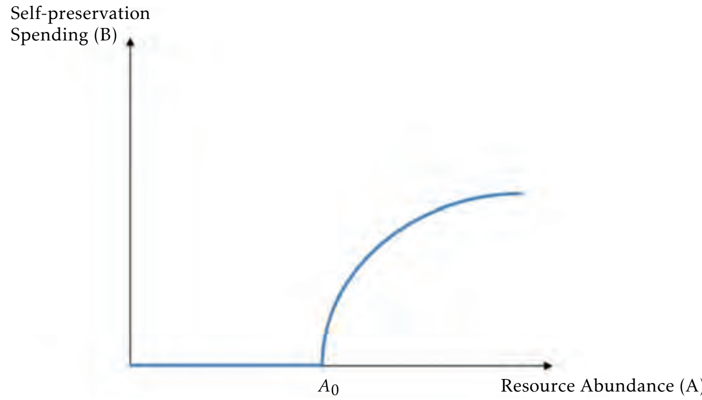


Abbildung 1 in *Resource Windfalls, Political Regimes, and Political Stability* von Francesco Caselli und Andrea Tesei

Eine Arbeit „Resource Windfalls, Political Regimes, and Political Stability“ von Francesco Caselli und Andrea Tesei, veröffentlicht 2016 in *The Review of Economics and Statistics*, untersuchte den Einfluss von unerwarteten Ressourcenzuwächsen („ressource windfalls“) und kommt zu dem Schluss,

> that windfalls have no effect on democracies, while they have heterogeneous political consequences in autocracies. In deeply entrenched autocracies, the effect of windfalls is virtually nil, while in moderately entrenched autocracies, windfalls significantly exacerbate the autocratic nature of the political system.

Das wird dann mit einem ausführlich durchgerechneten mathematischen Modell begründet. Hauptergebnis des Modells ist

> the larger the pie, the more the incumbent finds it optimal to spend on self-preservation, so the degree of autocracy is increasing in the size of the resource rents.

Je größer der Kuchen, desto mehr lohnt es sich, Mittel in den Machterhalt zu stecken.


LES
PARADOXES
DV SEIGNEVR DE MA-
LESTROIT, CONSEILLER
du Roy, & Maiſtre ordinaire de
ſes cõptes, ſur le faict des Mon-
noyes, preſentez à ſa Maieſté, au
mois de Mars, M. D. LXVI.

Auec la reſponſe de Iean Bodin
audicts Paradoxes.

*Reueue corrigee & augmentee de nou-
ueau, par ledit Bodin.*

A PARIS.
Chez Martin le Ieune, rue S. Iean de La-
tran à l'enſeigne du Serpent.
1578.

Bodins Buch von 1578

Pecunia ex oleo non olet?

Wenn Geld aus Öl schon nicht die Demokratie stabilisiert, hilft es dann wenigstens der Entwicklung von Wissenschaft und Technik?

Im Shanghai-Ranking, der weltweiten Forschungsrangliste der Universitäten, sind zwei saudi-arabische Universitäten regelmäßig in den Top 200: die King Abdelaziz University und die King Fahd University of Petroleum and Minerals. In der Mathematik ist die King Abdelaziz University sogar häufig in den Top 50.

Über Sinn und Unsinn solcher Rankings lässt sich natürlich vieles sagen. Étienne Ghys hat sich auf *Images des*

Mathématiques mal mit den grundsätzlichen Problemen im Shanghai-Ranking auseinandergesetzt, seinen Artikel „Shanghai, Perpignan, et les mathématiques“ findet man auf images.math.cnrs.fr/Shanghai-Perpignan-et-les-mathematiques.

Ein extremes Beispiel für Verzerrungen im Ranking war die Alexandria University in Ägypten, die es im Jahr 2011 durch umstrittene Veröffentlichungen eines einzelnen Professors auf Platz 4 im Citation Index und immerhin noch Platz 147 im Gesamtranking brachte. In einer 2014 im *Journal of the Association for Information Science and Technology* veröffentlichten Arbeit „Which of the world's institutions employ the most highly cited researchers? An analysis of the data from highlycited.com“ sprachen die Autoren Lutz Bornmann und Johann Bauer auch im Zusammenhang mit den Platzierungen der King Abdulaziz University von „Manipulation“: die Universität würde bekannte internationale Wissenschaftler mit einem Zweitjob einkaufen, diese hielten dort einige Wochen im Jahr Vorträge oder Sommerschulen und zählten bei den Citation Rankings dann für ihren Zweitarbeitgeber genauso wie für ihre Heimat-Universität.

Tatsächlich gibt es aber zahlreiche Aktivitäten ausländischer Wissenschaftler an saudischen Universitäten, die Webseite des Mathematik-Departments der King Abdulaziz University berichtete schon 2015 von „more than 500 seminars and crash courses in mathematics by distinguished adjunct professors“, die oft zu gemeinsamen Veröffentlichungen führten, und als Folge dieser Entwicklungen gibt es inzwischen auch darüber hinaus zahlreiche Veröffentlichungen saudischer Mathematiker in anerkannten Fachzeitschriften. Der Ansatz funktioniert also durchaus, wenn er auch mangels finanzieller Mittel für andere Entwicklungsländer kaum replizierbar sein dürfte.

Ist es also letztlich egal, ob das Steuergeld für Wissenschaft und Bildung von Intel oder Tesla oder nur von billigem Öl und Gas kommt? Saudi-Arabien jedenfalls verharrt außerhalb der wissenschaftlich-technischen Institutionen weitgehend im Mittelalter. Todesstrafen wegen Hexerei, dafür oft laxe Strafen in Fällen häuslicher Gewalt, Morde an Oppositionellen und eine an Sklaverei erinnernde Behandlung ausländischer Gastarbeiter zeigen, dass die wissenschaftliche Prosperität keinen Einfluss auf die gesellschaftliche Entwicklung außerhalb von Campusmauern hat. Nicht zuletzt unterstützt das Land den internationalen Terrorismus und führt seit 2015 einen „Bürgerkrieg“ im Jemen, der große Teile des Landes verwüstet hat.

„Wandel durch Handel“ oder auch „Wandel durch wissenschaftliche Zusammenarbeit“ ist offensichtlich kein Selbstläufer.

Dr. Thilo Kuessner
Miltenbergstraße 8, 86199 Augsburg
mathlog1@googlemail.com

Mathematik in Norwegen IV: Abel, Lie, der neue Beruf des Lehrers und die Vorbereitung der Anwendungen

Rolf Nossum und Reinhard Siegmund-Schultze

Norwegen trat im 19. Jahrhundert mit seinen Supersternen Niels Henrik Abel (1802–1829) und Sophus Lie (1842–1899) ins internationale mathematische Bewusstsein. Arild Stubhaugs Biographien [16, 17] der beiden Mathematiker sind in den letzten Jahrzehnten in mehreren Sprachen erschienen. Auch die Arbeiten von Ludvig Sylow (Gruppentheorie) [3] und Axel Thue (Zahlentheorie) [7] sind nach wie vor einflussreich in der modernen Mathematik. Aber Mathematik ist nicht nur Forschung, ebenso wichtig und legitimierend für dieses Fach ist der Beruf des Mathematikers. Im 19. Jahrhundert war dies in erster Linie der des Lehrers; darüber hinaus gab es international Anzeichen für die Entwicklung des Berufs des angewandten Mathematikers. Über die Geschichte des Lehrerberufs ist in den letzten Jahrzehnten viel gearbeitet worden ([14], u. a.) unter besonderer Hervorhebung des Einflusses der bürgerlichen Revolution in Frankreich um 1800 und der preußischen „neuhumanistischen" Beamtenausbildung insbesondere nach dem (Wilhelm von) Humboldt-Süvernschen Lehrplan von 1810/16.

Die nicht unwesentlich von Deutschland beeinflusste, leicht nachfolgende und parallele, und später, nach dem Schulgesetz von 1869, Deutschland in einigen Merkmalen sogar überholende Entwicklung in Norwegen ist außerhalb dieses großen Landes mit seiner kleinen Bevölkerung wenig bekannt geworden [6]. Man weiß viel mehr über die deutsch-norwegische Zusammenarbeit in der Forschung und Forschungsvermittlung (Zeitschriften) zwischen Crelle und Abel um 1826, und zwischen Felix Klein (1849–1925) und Lie ein halbes Jahrhundert später. Die Entwicklung des Lehrerberufs in ihrem Heimatland haben Abel und Lie eher indirekt, durch ihre Vorbildrolle, beeinflusst. Es ist allerdings anzumerken, dass sich Lie in den 1880er und 1890er Jahren zweimal in Diskussionen über nationale Schulreformen einschaltete.[1]

Der Beginn des 19. Jahrhunderts fiel mit einer Reform des mathematischen Unterrichts an der wichtigsten „akademischen Einrichtung" des damals noch unter dänischer Herrschaft stehenden Norwegen, der Kathedralschule in Christiania (später Kristiania, heute Oslo) zusammen.[2]

Der aus Bergen im Westen des Landes gebürtige Søren Rasmus(s)en (1768–1850) war um 1800 der Hauptlehrer für Mathematik an dieser Schule, die noch heute in Oslo unter diesem Namen als Gymnasium existiert und die auch Abel besuchte. Die dortigen Zustände kurz vor der Reform schildert Rasmussens Schüler bis 1802 Christopher Hansteen (1784–1873) im Vorwort seines Geometriebuches von 1835:

> Als die Lateinschule in Christiania 1800 reformiert wurde, gab es in den oberen Klassen kaum einen Schüler, der die vier Grundrechenarten mit ganzen Zahlen beherrschte. Geometrie und die ganze übrige Mathematik kannte man kaum vom Namen. ([11, S. 53/54], zitiert aus Hansteens *Lærebog i Plangeometrie* 1835, unsere Übersetzung aus dem Norwegischen)

In demselben Vorwort anerkannte Hansteen die Rolle seines Lehrers Rasmussen, der ebenso wie er bald eine Professur an der Universität in Christiania annehmen sollte, die 1813 ihren Lehrbetrieb aufnahm.

In der Zeit zwischen Hansteens Schulabgang 1802 und seinem Geometriebuch von 1835 erreichte Norwegen nach und infolge der Niederlage Napoleons die politische Unabhängigkeit von Dänemark. Obwohl das Land 1814 formell unter die Herrschaft des schwedischen (und somit auch norwegischen) Königs fiel, wurden die künftige Entwicklung der Schulpolitik in Norwegen, insbesondere die Lehrerbildung und die Lehrpläne von nun an stark von dem sich in Norwegen allmählich herausbildenden Parlamentarismus (mit einem deutlichen Parteiensystem erst seit 1884) geprägt. Die in vielen Nationalstaaten Europas nach der französischen Revolution und den Napoleonischen Kriegen ausgelösten industriellen und politischen Entwicklungen drängten hin auf systematische Bildungspolitik für die Rekrutierung des Staatsapparats und für breitere technische und buchhalterische Kompetenzen.

Hansteens Stellung an der neuen Universität – seit 1815 hatte er eine Professur für „angewandte Mathematik und Astronomie" – wurde mit „… den anvendte Mathematiks Vidløftighed og Vigtighed for Norge" begründet.[3] Der Begriff „angewandte Mathematik" stammte aus Deutschland und der dortigen philosophischen Tradition (Wolff, Kant, Kästner); in England sollte man noch bis zum Ende des 19. Jahrhunderts von „mixed mathematics" sprechen [1]. Anwendungen waren die zweite Legitimationsinstanz für die Mathematik neben der Lehrerausbildung. Geophysik und Astronomie bei Hansteen und Hydrodynamik etwas später zur Zeit von Carl Anton Bjerknes (1825–1903), das Massenwirkungsgesetz in der Chemie 1864, formuliert (zusammen mit P. Waage) durch Cato Maximilian Guldberg (1836–1902), Anfänge von Statistikunterricht unter dem Namen „politische Arithmetik" durch dessen Bruder Axel

DOI 10.1515/dmvm-2022-0039

Asta Hansteen/Wikimedia Commons

Christopher Hansteen (1784–1873) und sein Lehrbuch *Lærebog i Plangeometrie* (1835)

Wikimedia Commons

Bernt Michael Holmboe (1795–1850) und sein Lehrbuch *Plan og sfærisk Trigonometrie* (1834)

Sophus Guldberg (1838–1913) um 1866 [11, S. 44] waren typisch norwegische Anwendungsgebiete der Mathematik, maßgeblich geprägt durch geographische, klimatologische und verwaltungstechnische Bedingungen (Volkszählungen). Im 20. Jahrhundert traten besonders Meteorologie und Nordlichtforschung hinzu.[4] In die verbreitetste Sammlung von Mathematikerbiographien, die an der schottischen Universität in St Andrews online geführt wird,[5] ist von den hier genannten angewandten norwegischen Mathematikern bisher nur Anton Bjerknes aufgenommen worden.[6] Dessen Arbeiten über Analogien zwischen Hydrodynamik und Elektrodynamik waren Anlass zu Experimenten, die auf einem einschlägigen Kongress 1881 in Paris große Aufmerksamkeit erregten. Allerdings ist zu berücksichtigen, dass die Geschichtsschreibung der Mathematik generell noch an einer Unterbewertung der Traditionen in den Anwendungen leidet.

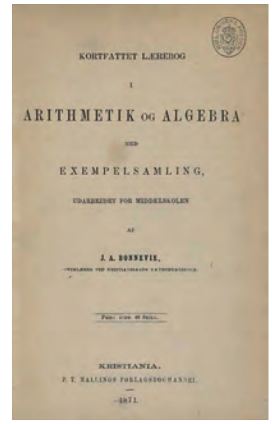
Bjerknes schrieb die erste Biographie von Abel in Buchform (Stockholm 1880), was zu seiner Bekanntheit beigetragen haben mag. Auch in den Biographien führender norwegischer Mathematiker wie Lie und Sylow spielen ihre Bemühungen um Abel, insbesondere die Mitarbeit an der Herausgabe seiner Werke eine große Rolle. Dies gilt besonders Bernt Michael Holmboe (1795–1850), der 1810–1814 selbst Schüler an der Kathedralschule war, dann nach 1818 dort Lehrer des jungen Genies Niels Henrik Abel und später (1839) der erste Herausgeber der Werke seines 1829 früh verstorbenen Schülers wurde. Holmboe wurde Mitte der 1820er Jahre, als sich der wesentlich schöpferischere Abel im Ausland aufhielt, Mathematikdozent an der Universität in Christiania und schließlich 1834 Nachfolger von Rasmussen als Professor.

Holmboes Lehrbücher, veröffentlicht seit der Mitte der 1820er Jahre, wurden für mehrere Jahrzehnte maßgebend für den mathematischen Unterricht an den Gymnasien und an der Universität. Seit 2005 wird in Norwegen jährlich der Holmboe Preis an einen verdienten Mathematiklehrer vergeben.[7] Es scheint aber vor allem seine „Entdeckung von Abel“ zu sein, die Holmboe seinen Ruhm in der Geschichte der Pädagogik gesichert hat. Immerhin war er strenger Mathematiker in der Tradition von Euklid. Abel konnte deshalb seinem Lehrer Holmboe den oft zitierten Brief vom Januar 1826 schreiben:

> Divergente Reihen sind rundum Teufelswerk und es ist eine Schande, dass man es wagt, darauf irgendeinen Beweis zu gründen. Man kann rauskriegen, was man will, wenn man sie benutzt, und sie sind es, die so viel Unglück und so viele Paradoxe hervorgebracht haben. Lässt sich etwas Schrecklicheres denken als zu sagen, dass
>
> $$0 = 1 - 2^n + 3^n - 4^n + \text{etc.}$$
>
> wobei n eine natürliche Zahl ist. Risum teneatis amici. [17, S. 343]

Hansteen ist als Geophysiker anerkannt und er hatte einen substantiellen Briefwechsel mit Gauß [13]. Dennoch ist er nicht – wenn man der Sammlung von St Andrews glauben will – als angewandter Mathematiker in die Geschichte eingegangen, trotz der offiziellen formellen Widmung seiner Professur. Diese Nichterwähnung beruht wohl darauf, dass Hansteens theoretische Einsichten doch viel stärker in den „Anwendungen“ als in der „Mathematik“ selbst lagen. Seine Expedition nach Sibirien 1828–1830 auf der Jagd nach dem angeblichen zweiten magnetischen Nordpol, die von der Regierung und vom schwedischen König großzügig unterstützt wurde, zeigte die Bedeutung der neuen Universität für die Herausbildung der jungen norwegischen Nation in einer wirtschaftlich sehr angestrengten Zeit. Obwohl Hansteen (und seine Familie) sich neben Rasmussen (der Abels europäisches Reisestipendium mitfinanzierte) persönlich rührend um Abel kümmerte, stand er vor allem der reinen und strengen Mathematik seines Schützlings ziemlich fremd gegenüber. Er fand Abels 1824 fertiggestellten Beweis für die Unmöglichkeit der allgemeinen Lösung der Gleichung fünften Grades mit Wurzeloperationen zu speziell für den Leserkreis seiner neuen Zeit-

Niels Henrik Abel (1802–1829)



Jacob Aall Bonnevie (1838–1904) und sein Lehrbuch *Kortfattet Lærebog i Arithmetik og Algebra* (1871)

schrift *Magazin for Naturvidenskaberne.* Abel publizierte deshalb eine Variante dieses Beweises 1826 zusammen mit seinen anderen berühmten Arbeiten im neugegründeten *Journal für die reine und angewandte Mathematik* des preußischen Baurats August Leopold Crelle (1780–1855). Hansteen regte dagegen eine Arbeit Abels über angewandte Mathematik an, die 1824 unter dem Titel „Über den Einfluss des Mondes auf die Bewegung des Pendels“ auf Norwegisch in dem genannten *Magazin* erschien. Als Hansteen danach noch darauf drängte, dass dieselbe Arbeit auch in deutscher Übersetzung im Ausland erscheinen solle, zeigte es sich, dass Abel zwar den Einfluss des Mondes auf das Pendel, aber nicht die viel stärkere Anziehungskraft zwischen Mond und Erde berücksichtigt hatte. Dies veranlasste den mit Gauß befreundeten Astronomen Heinrich Christian Schumacher (1780–1850) in Hamburg-Altona, der um die Publikation in seinen *Astronomischen Nachrichten* ersucht worden war, zu der bekannten sarkastischen Bemerkung:

> Nach Abels Formeln müsste die Sonne eine Abweichung der Lotschnur um mehrere Bogenminuten ergeben. Deshalb, um seiner eigenen Ehre willen: Sprechen wir nicht mehr davon. [17, S. 21/22]

Trotz dieser Beschränkungen repräsentierte Hansteen eine wesentliche Strömung innerhalb der Bemühungen um die Reform der Mathematikausbildung, wenn auch eine mehr auf die unteren Klassen des Gymnasiums, die spätere Mittelschule, gerichtete. Es gab einen Streit zwischen Hansteen und Holmboe, der 1835 nach Erscheinen von Hansteens Geometriebuch auf den Seiten der Tageszeitung *Morgenbladet* ausgetragen und von Holmboe begonnen worden war. Dort ging es im Wesentlichen darum, dass Hansteen die in Holmboes Büchern dominierende Anknüpfung an die strengen *Elemente* Euklids als unsachgemäß für die zunehmenden Anforderungen an mathematische Breitenbildung betrachtete. Hansteen schrieb, dass „Beweise in die mathematische Grundausbildung erst an der Stelle eingeführt werden sollten, wo sie für den Schüler eine Notwendigkeit geworden sind“. An anderer Stelle der Debatte beklagte Hansteen, dass die Studenten an der Universität wegen ihrer zu theoretischen Ausrichtung im Allgemeinen nicht einmal in der Lage seien, mit einem Zirkel umzugehen [11, S. 60]. Der Streit zwischen Hansteen und Holmboe ist manchmal als „Streit um die Auffassung der Parallelität“ bezeichnet worden [5], weil sich Hansteen an der abstrakten Formulierung des Parallelenaxioms stieß. Jedoch scheinen weder Hansteen noch Holmboe in die neueren Entwicklungen in Europa über die Möglichkeit nichteuklidischer Geometrien (Bolyai, Gauß, Lobatschewski) eingeweiht gewesen zu sein, und ihre Diskussion trug dazu nichts bei [11, S. 65].

Es ging in diesem Streit also eher grundsätzlich um Erziehungsprinzipien und es ist hier an der Zeit, auf Entwicklungen einzugehen, die zur allmählichen Modernisierung des Mathematikunterrichts an den norwegischen Schulen und – parallel dazu – zur Entwicklung und Profilierung des Lehrerberufs führten.

Hier treten – neben Hansteen und Holmboe – weitere norwegische Mathematiker in unseren Gesichtskreis, die außerhalb Norwegens wenig bekannt geworden sind, wohl gerade wegen ihres vornehmlichen Interesses an der Mathematikausbildung. Dazu gehören Namen wie Jacob Aall Bonnevie (1838–1904) und Elling Holst (1849–1915). Auch die zuletzt genannten waren einflussreiche Wissenschaftspolitiker in Norwegen mit erheblichem Einfluss auf die Mathematik. Hinzu kam als Pädagoge Ole Jakob Broch (1818–1889), der Lehrer von Sylow, der im ersten Beitrag unserer Serie [15] erwähnt worden ist, und als Direktor der Pariser Meterkonvention auch international bekannt geworden ist. Broch und Bonnevie waren jahrelang Parlamentsabgeordnete (Stortinget), Broch sogar Marineminister. Beide bemühten sich zu verschiedenen Zeiten erfolglos um eine Regierungsbildung und damit das Amt des Premierministers (statsminister). Bonnevie wird in [2] gar nicht erwähnt – wohl, weil er Mathematiklehrer (seit 1872 Schuldirektor in Trondheim) war und nicht Universitätsprofessor.

Foto: Frederik Klem/Norsk Folkemuseum, Public Domain/Wikimedia Commons

Elling Holst (1849–1915)

Foto: L. Szacinski/Nasjonalbiblioteket, Public Domain

Sophus Lie (1842–1899)

Obwohl Broch Holmboes Student war und als solcher an der Kritik von Hansteens Buch mitgewirkt hatte, war er zugleich ein Mann des Übergangs in Richtung auf eine mehr „realistische“ (im doppelten Sinne des Wortes) Schulausbildung. Zusammen mit dem einflussreichen Philologen und Wissenschaftspolitiker Hartvig Nissen (1815–1874) begründete er bereits 1843 „Nissens Latin- og Realskole“ in Christiania, die vorbildlich für die Entwicklung der mathematischen Sekundärbildung in Norwegen werden sollte.

Der nächste Schritt 1851 war die Einführung eines Examens für künftige Lehrer in Naturwissenschaft und Mathematik (Reallærereksamen) an der Universität in Christiania unter maßgeblicher Mitwirkung von Broch, der dort seit 1848 Lektor für angewandte Mathematik war [9, S. 61], [12, S. 35 ff.]. Hier wurde die Mathematik zu einem von mehreren „realwissenschaftlichen“ Hauptfächern gemacht, wobei die Studenten drei von diesen Hauptfächern obligatorisch belegen mussten.

Schulunterricht in Latein blieb jedoch vorläufig Voraussetzung für ein Studium an der Universität. Eine Kommission unter dem Philologen Nissen (der nicht als lateinfeindlich verdächtigt werden konnte) schlug aber 1865 parallele Gymnasiallinien vor (realgymnas und latingymnas), die beide auf eine sechsjährige Mittelschule ohne klassische Sprachen aufbauen sollten. Dies wurde dann im „Gesetz für die höhere Schule“ (Lov om den høyere skolen) von 1869 verankert [9, S. 61/62].

Der oben genannte Mathematiklehrer Bonnevie war der einzige Realfachvertreter in der Nissen-Kommission und entwickelte dort Vorschläge für den Lehrplan des Realgymnasiums. Die stark von internationalen Entwicklungen insbesondere in Deutschland beeinflusste Kommission ging schließlich in ihrem Ehrgeiz so weit, Infinitesimalrechnung für diesen Lehrplan vorzuschreiben. Differentialrechnung wurde damals nur an wenigen preußischen Realschulen unterrichtet, Integralrechnung nirgendwo [12, S. 48]. In der endgültigen Fassung des Gesetzes von 1869 wurde allerdings die Infinitesimalrechnung fallen gelassen [12, S. 50].

Eine Reform der Lehrerausbildung von 1871 erstrebte schließlich eine Abstimmung zwischen Universitäts- und Schulexamen; allerdings wurde die Reform in den 1890er Jahren stark zurückgenommen (s. u.).

Bonnevie sollte in den folgenden Jahrzehnten vor allem durch seine Lehrbücher über Geometrie (1870) und Arithmetik und Algebra (1871) für die sechsjährige Mittelschule bekannt werden, die mit kleineren Veränderungen etwa 80 Jahre lang weiter unter seinem Namen erschienen und verwendet wurden. Im Vorwort seines *Kortfattet Lærebog i Arithmetik og Algebra med Exempelsamling* wandte sich Bonnevie, der damals noch Oberlehrer an der Kathedralschule in Kristiansand an der Südspitze von Norwegen war, gegen „die alte Fehlauffassung, dass Mathematik lehren das Lehren von Beweisen sei.“ Statt dessen habe er „versucht für jede Regel eine solche Begründung zu geben, dass der Schüler von ihrer Richtigkeit überzeugt ist bevor er sie verwendet“ (Seite iii des Lehrbuchs, auch in [12, S. 55]).

Bonnevies Bücher, die in erweiterter Form auch in der oberen Gymnasialstufe Verwendung fanden, ersetzten zunehmend umfangreichere Lehrbücher wie die von Holmboe und von Broch. Sophus Lie, der bei Broch studiert hatte, nahm dies zum Anlass für einen kritischen zweiteiligen Vortrag in der Akademie der Wissenschaften in Kristiania (1884/85). Bonnevie antwortete auf den ersten Vortrag Lies am 9. Januar 1885 in *Dagbladet*, woraus sich eine Diskussion zwischen Bonnevie und Lie in dieser Tageszeitung entwickelte.[8]

Ein weiteres Jahrzehnt später ging es in einem Streit zwischen Lie und seinem ehemaligen Schüler Elling Holst, der inzwischen auch Anregungen von Felix Klein in Deutschland empfangen hatte, um den Grad der fachlichen Spezialisierung und die Rolle von pädagogischer Ausbildung an der Universität. Darüber haben Stubhaug in seiner Lie-Biographie [16] und Marianne Jonassen in einiger Ausführlichkeit berichtet.[9] Dass die dritte hier zu erwähnende Diskussion ebenfalls in einer Tageszeitung ausgetragen wurde, zeugt von der öffentlichen Anteilnahme an der Schul- und Hochschulreform und von den sich entwickelnden demokratischen Traditionen in Norwegen. 1885 hatte die seit 1884 regierende Venstre-Partei eine Schulkommission eingesetzt, die Maßnahmen für die Erreichung des politischen Ziels der stärkeren Verbindung zwischen der Volksschule und den höheren Schulen ausarbeiten sollte. Die Vielseitigkeit des Reallehrerexamen von 1851 mit seinen drei obligatorischen Hauptfächern war durch die Reform der Lehrerausbildung von 1871 eingeschränkt worden, und die Einführung von nur zwei Kernfächern, in denen Details weit über Schulniveau studiert wurden, hatte sich als unvereinbar mit den Bedürfnissen der Schule erwiesen.

Holst, der seit 1886 an der Universität ein mathematisches Seminar leitete, obwohl er nicht Ordinarius war [18], schlug nun im Rahmen der neuen Reformen vor, das Studium der Naturwissenschaften und der Mathematik in eine breitere, pädagogisch-propädeutische und eine fachlich-vertiefende Abteilung mit einem Hauptfach von jeweils zwei Jahren Studiendauer zu untergliedern [9, S. 141 ff.]. Dies zielte also auf eine partielle Rücknahme der Reform von 1871, vor allem aber auf eine Erweiterung in pädagogischer Richtung.

In beiden Punkten traf Holst nicht auf Gegenliebe seines Lehrers Lie. Nicht unerwartet ging es dem Forscher Lie, der sich Mitte der 1890er Jahre gerade mit dem Gedanken der Rückkehr aus Leipzig nach Norwegen trug, vor allem um das Niveau der an der Universität zu vermittelnden Mathematik, das er nur durch Spezialausbildung gesichert sah.

> Im Augenblick habe ich gerade die beste Gelegenheit, einen Versuch zu unternehmen. Eine Reihe von Unterrichts- und Universitätsverhältnissen stehen auf der Tagesordnung. Ich habe vor, mich in beträchtlichem Ausmaße an der Diskussionen um diese Dinge zu beteiligen. Die Rücksichten, die in diesem Zusammenhang auf meine Meinung genommen werden, sollen mir ein Zeichen dafür sein, ob Norwegen mich gebrauchen kann oder nicht. Will man z. B. die höhere Mathematik innerhalb der Universität paralysieren, wie einige einfältige Menschen nun vorschlagen, dann habe ich in Norwegen nichts verloren. [16, S. 429]

Der an einer damals unheilbaren Blutkrankheit schwer leidende Sophus Lie kehrte schließlich trotz der Vorschläge „einfältiger Menschen“ wie Holst kurz vor seinem Tode (1899) nach Norwegen zurück. Die Richtung der Schul- und Hochschulpolitik bestimmte aber die Stortingskommission, was unter anderem 1896 zu einem neuen Gesetz über die höheren Schulen führte. Dieses Gesetz erhielt viele auch für das folgende Jahrhundert richtungsweisende Änderungen. Dazu gehörten eine nunmehr 4-jährige Mittelschule, die auf eine 5-jährige Volksschule aufbaute und durch ein nur dreijähriges fakultatives Gymnasium mit drei Hauptlinien ergänzt wurde. Diese drei Linien waren eine naturwissenschaftlich-mathematische und zwei sprachlich-historische, eine mit und eine ohne Lateinunterricht. Das Gymnasium wurde nicht mehr allein als universitätsvorbereitend, sondern als allgemeinbildend angesehen. Jungen und Mädchen waren gleichberechtigt im Zugang zu höheren Schulen, was die Progressivität Norwegens (allgemeines Frauenwahlrecht wurde in Norwegen bereits 1913 eingeführt, eher als in Deutschland) unterstreicht.

Was die Universitätsausbildung betrifft so setzten sich Holsts Vorstellungen weitgehend durch, was schließlich 1905 – im Jahr, als Norwegen Unabhängigkeit von Schweden erlangte – zur Einführung von Haupt- und Nebenfächern und 1907 zur Etablierung eines pädagogischen Seminars unter Otto Anderssen (1851–1922) führte, an dem die Realfachlehrer nach ihrem Examen und vor ihrem Einsatz an der Schule einer Ausbildung von einem halben Jahr absolvieren mussten.

Anmerkungen

1. Die Debatte zwischen Lie und seinem ehemaligen Schüler Elling Holst um 1895 wird in [16, S. 429 ff.] und noch mehr bei Jonassen [9] recht ausführlich dargestellt und weiter unten von uns resümiert.
2. Im vorigen Artikel dieser Reihe haben wir aus dem neuen Lehrplan (1801) an diesem Gymnasium zitiert [10, S. 142].
3. „... Breite und Wichtigkeit der angewandten Mathematik“ [8, S. 19].
4. Dies wird in einem kommenden Beitrag von uns über die Mathematik im Norwegen im 20. Jahrhundert zu erörtern sein.
5. mathshistory.st-andrews.ac.uk/Biographies/
6. Der Sohn Vilhelm Bjerknes (1862–1951), auf den wir in einem weiteren Artikel dieser Serie zurückkommen werden, gehörte als Meteorologe zu den großen norwegischen angewandten Mathematikern des 20. Jahrhunderts und wird auch in der erwähnten Biographiensammlung in St Andrews erfasst.
7. Der Preis ist mit einer Prämie von 100 000 Kronen verbunden.
8. Diese Diskussion ist in [16, S. 546] angedeutet, aber bisher nicht systematisch untersucht.
9. Jonassen ordnet diese Debatte in ihrer Masterthese in die längere Traditionslinie der Reform der Lehrerausbildung ein [9].

Literatur

[1] Barrow-Green, J. and R. Siegmund-Schultze (2015): The History of Applied Mathematics. In: Nicholas J. Higham (ed.): *The Princeton Companion to Applied Mathematics*. Princeton and Oxford: Princeton University Press, 55–79.

[2] Birkeland, B. (1993): *Norske matematikere. Litt om deres liv og virke*. Oslo: Norsk Matematisk Institutt. Gyldendal Norsk Forlag. archive.is/oZnOq

[3] Birkeland, B. (1996): Ludvig Sylow's Lectures on Algebraic Equations and Substitutions, Christiania (Oslo), 1862: An Introduction and a Summary. *Historia Mathematica* 23, 182–199.

[4] Bjarnadóttir, K., Furinghetti, F., Prytz, J. and Schubring, G. (Eds., 2015). *"Dig where you stand" 3. Proceedings of the Third International Conference on the History of Mathematics Education*. Uppsala Universitet.

[5] Christiansen, A. (2015): The understanding of parallel lines in early nineteenth century textbooks: A comparison between two Norwegian geometry books from 1827 and 1835. In: Bjarnadóttir et al., 123–135.

[6] Frøyland, E. (1965): *Matematikk i skolen: hvorfor – hva og hvordan?: en historisk-pedagogisk oversikt over skolematematikkens målsetning, innhold og metode med særlig vekt på utviklingen i Norge på 1800-tallet*. Masterthese Universität Oslo. www.nb.no/items/URN:NBN:no-nb_digibok_2011022205162

[7] Goldstein, C. (2015): Axel Thue in context. *Journal de Théorie des Nombres de Bordeaux* 27, 309–337.

[8] Grønningssæter, T. (1982/2001): *Christopher Hansteen og framveksten av norsk astronomi i begynnelsen av det 19. århundre*. Masterthese 1982, gedruckt 2001, Universität Oslo, 118 pp.

[9] Jonassen, M. (2004): *Elling Holst og reallærereksamens debatten i perioden 1895–1896*. Masterthese Høgskolen i Agder, Kristiansand, 187 pp.

[10] Nossum, R. und R. Siegmund-Schultze (2019): Mathematik in Norwegen III: Die ‚dänische Zeit' vor Abels Erscheinen. *Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung* 27, 140–146.

[11] Piene, K. (1937): Matematikkens stilling i den høiere skole i Norge efter 1800 [Teil I]. *Norsk Matematisk Tidsskrift* 19, 52–68.

[12] Piene, K. (1938): Matematikkens stilling i den høiere skole i Norge efter 1800 [Teil II]. *Norsk Matematisk Tidsskrift* 20, 33–58.

[13] Reich, K. und O. Roussanova (Hrg. 2015): Carl Friedrich Gauß und Christopher Hansteen. Der Briefwechsel beider Gelehrten im historischen Kontext. Berlin: de Gruyter 2015.

[14] Schubring, G. (2015): The emergence of the profession of mathematics teachers – an international analysis of characteristic patterns. In [4, S. 389–403].

[15] Siegmund-Schultze, R. (2004): Mathematik in Norwegen I. Ein Land mit ‚sehr wenig Poeten und allzu vielen Mathematikern'? *Mitteilungen der Deutschen Mathematiker-Vereinigung* 12, 36–40.

[16] Stubhaug, A. (2000): *Es war die Kühnheit meiner Gedanken: Der Mathematiker Sophus Lie.* Berlin/Heidelberg: Springer.

[17] Stubhaug, A. (2003): *Ein aufleuchtender Blitz. Niels Henrik Abel und seine Zeit*. Berlin/Heidelberg: Springer.

[18] Størmer, C. (1919): Om det av dr. Elling Holst i 1886 stiftede Matematiske seminar. *Norsk Matematisk Tidsskrift* 1, 81–87.

Prof. Dr. Rolf Tomas Nossum
University of Agder, Faculty of Engineering and Science,
Department of Mathematical Sciences,
Gimlemoen 25a, Postboks 422, 4604 Kristiansand S, Norwegen
rolf.nossum@uia.no

Prof. Dr. Reinhard Siegmund-Schultze
University of Agder, Faculty of Engineering and Science,
Department of Mathematical Sciences,
Gimlemoen 25a, Postboks 422, 4604 Kristiansand S, Norwegen
reinhard.siegmund-schultze@uia.no

Rolf Tomas Nossum ist 1954 in Bærum, Norwegen, geboren. Er hat in Oslo studiert und dort 1984 zur Komplexität der Verifikation von Programmen promoviert. 2004 erhielt er eine Professur für Informatik in Kristiansand, wo er sich auch mit der Geschichte der Mathematik beschäftigt.

Reinhard Siegmund-Schultze ist 1953 in Halle geboren, wo er Mathematik studiert und 1979 zur Geschichte der Funktionalanalysis promoviert hat. Im Jahre 2000 erhielt er eine Stelle als Mathematikhistoriker in Kristiansand. Er schreibt gegenwärtig an einer Biografie des angewandten Mathematikers und Ingenieurs Richard von Mises (1883–1953).

Eine kurze Geschichte der Mathematischen Gesellschaft der DDR

Wolfram Sperber

Geburtstage regen zu Rückblicken an. Vor 60 Jahren, am 8. 6. 1962, im Kalten Krieg nach dem Bau der Mauer, wurde die Mathematische Gesellschaft der DDR (MGDDR) auf massives Drängen von Partei- und Staatsführung hin als DDR-Pendant zur DMV gegründet. Ende 1990 ging sie in der DMV auf. Eine Begrenzung des Rückblicks allein auf den Zeitraum ihrer Existenz greift jedoch zu kurz. Die MGDDR hat eine Vorgeschichte, die bis auf die Neugründung der DMV nach dem zweiten Weltkrieg zurückgeht. Und sie hat ihre Spuren in der DMV nach 1990 hinterlassen.[1]

Die Vorgeschichte

Die Geschichte der MGDDR ist atypisch für die Entwicklung wissenschaftlicher Fachgesellschaften in der DDR. In der Sowjetischen Besatzungszone (SBZ) bzw. DDR gründeten sich nach dem Krieg mehrheitlich separate wissenschaftliche Fachgesellschaften. Die Mathematiker der SBZ schlossen sich dagegen der 1947 in der französischen Zone wiedergegründeten DMV an. In der SBZ sprachen sich prominente Mathematiker, namentlich Erhard Schmidt, für die Mitarbeit in der DMV und gegen die Gründung einer konkurrierenden mathematischen Fachgesellschaft aus. E. Schmidt sah in der DMV „eine der Klammern [...], welche die deutsche Kultur zusammenhalten“ [1]. In der DMV waren die Mathematiker aus der DDR gleichberechtigt vertreten. Das galt sowohl für die Mitgliedschaft im Präsidium als auch für die von der DMV benannten Vertreter zur Generalversammlung der IMU. Willi Rinow (1958/1959) und Ott-Heinrich Keller (1960/1961) waren Vorsitzende der DMV. 1957 (Dresden) und 1961 (Halle) fanden die Jahrestagungen der DMV in der DDR statt. Die anderen Hauptakteure der Vorgeschichte der MGDDR, das Zentralkomitee (ZK) der SED, Abteilung Wissenschaft (zeitweise Abteilung Wissenschaft und Propaganda) und die verantwortlichen staatlichen Stellen der DDR, das Sekretariat für Hochschulwesen[2] hatten eine andere Sicht auf die Dinge: Sie unterstellten sowohl der DMV als auch der GAMM, eine diskriminierende Politik gegenüber den Mathematikern aus der DDR und fehlendes Interesse an einer Zusammenarbeit [2].

Die Zusammenarbeit von Mathematikern aus Ost und West nach dem Krieg war von Anfang an von bürokratischen Hindernissen geprägt und wurde zunehmend gezielt unterbunden. So verhinderten etwa fehlende Aufenthaltsgenehmigungen die Teilnahme von Mathematikern aus der Bundesrepublik an Konferenzen in der DDR [3]. Mathematiker aus der DDR konnten nur mit Zustimmung staatlicher Stellen zu fachlichen Kontakten in die Bundesrepublik reisen. Die mathematische Professorenschaft der DDR wurde 1962 von den staatlichen Stellen als weitgehend unpolitisch eingeschätzt [2]. Die SED versuchte, über ihre Parteigruppen mehr Einfluss zu gewinnen. Am 8. 2. 1956 formulierte die Abteilung Wissenschaft und Propaganda des ZK der SED in einer Beratung mit „Genossen Mathematikern“ ihre Ambitionen folgendermaßen:

> das wissenschaftliche Niveau auf ein höheres Niveau als in Westdeutschland zu heben. [...] besonders die Aufgaben in den Vordergrund zu schieben, die sich aus der Bewaffnung der Volksarmee und der Verteidigung der Republik für die Mathematik ergeben. [4]

Am 21. 4. 1958 vermeldete das Staatssekretariat für Hochschulwesen der DDR an das ZK der SED die Bildung des „Nationalkomitees der Mathematiker der DDR zur Vorbereitung und Sicherung des unabhängigen und selbstständigen Auftretens der zu entsendenden DDR-Delegation“ zum ICM 1958 in Edinburgh; ein Antrag auf Mitgliedschaft in der IMU erfolgte dann erst 1962.

Vom 17.–24. 9. 1961 fand auf Initiative von O.-H. Keller die vorerst letzte gemeinsame Jahrestagung der DMV unter denkbar schlechten Vorzeichen in Halle statt. Mathematiker aus West-Berlin erhielten von DDR-Seite keine Einreisegenehmigung, viele Westdeutsche hatten ihre Teilnahme abgesagt. O.-H. Keller, zu dieser Zeit Vorsitzender der DMV, wurde zwar auch von den staatlichen Institutionen der DDR fachlich hoch geschätzt, galt aber, vor allem wegen seines kirchlichen Engagements, als nicht linientreu [2].

Die Rede des Vertreters des Staatssekretariats zur Eröffnung der Jahrestagung war ein einziger Affront gegen die Mathematiker aus der Bundesrepublik in der Rhetorik des Kalten Krieges:

> Es ist ein gefährliches Versäumnis, dass die friedliebenden Kräfte im Westen unserer Heimat – die Arbeiter und die werktätigen Bauern, die Angestellten und die Mehrheit der Intelligenz – sich noch nicht vereinigt und die Pläne der Militaristen und Rüstungsindustriellen zunichte gemacht haben. [5]

Trotz des politischen Störfeuers konnten die Jahrestagung und die Mitgliederversammling in Halle ordnungsgemäß durchgeführt werden. Der neugewählte Vorsitzende, Friedrich Hirzebruch, versuchte alles, um die DMV als gesamtdeutsche Fachgesellschaft zu retten. So fanden noch zwei getrennte Vorstandssitzungen der DMV am 16. und 17. 12. 1961 in Ost- und West-Berlin statt. Doch die Würfel über die Gründung einer eigenen Fachgsellschaft waren schon vorher gefallen. Im „Entwurf eines Arbeitsplanes für den wissenschaftlichen Beirat Mathematik“ des Re-

 DOI 10.1515/dmvm-2022-0040

ferats Mathematik des Staatssekretariats vom 25. 1. 1960 heißt es:

> Da die z. Zt. bestehenden Mathematischen Vereinigungen (DMV und GAMM) den komplizierten neuen Aufgaben nicht mehr gerecht werden können, [. . .] ist es erforderlich, eine Mathematische Gesellschaft zu gründen, die alle in Lehre und Forschung tätigen Mathematiker (vom Grundschullehrer bis zum Professor) erfasst. Dies soll keine Konkurrenz zu den oben genannten Gesellschaften sein. [6]

Die Gründung einer eigenen mathematischen Fachgesellschaft wurde vom Referat Mathematik des Staatssekretariats systematisch vorangetrieben. Sie war Thema einer Sitzung am 15. 12. 1961 dort. Kuno Schmidt, Hauptreferent im Referat Mathematik, berichtete am 21. 12. 1961 an die Abteilung Wissenschaften des ZK der SED:

> Ich machte zu Beginn einige Bemerkungen über die Notwendigkeit, eine solche Gesellschaft in der DDR zu gründen
> 1. eigene Vertretungen in internationalen Vereinigungen;
> 2. engere Verbindung zum sozialistischen Ausland;
> 3. Herstellung und Entwicklung eines eigenen mathematischen Lebens in der DDR;
> 4. Mithilfe bei der Ausbildung und Forschung.
>
> [. . .] Weiterhin habe ich betont, daß durch die Gründung einer DDR-Gesellschaft keine Spaltung der GAMM und DMV erzeugt werden soll. [. . .] Nachdem Prof. Kneschke und auch Prof. Heinrich die gesamtdeutschen Momente bei den Mathematikern herausstellten, verwies Prof. Grell sehr eindringlich auf die Gefährlichkeit solcher Illusionen. Die Verhältnisse vor dem 13. August können nicht wieder hergestellt werden. [7]

Trotz des Widerstands einiger der anwesenden Mathematiker wurde ein Initiativkomitee zur Gründung der MGDDR unter dem Vorsitz von Kurt Schröder, [8], gebildet.

Am 22. 3. 1962 übersandte der Abteilungsleiter im ZK der SED, Johannes Hörnig, den Bericht an Kurt Hager, den sogenannten Chefideologen der SED. Das 26-seitige brisante Papier erwägt das Pro und Contra einer Gründung einer eigenen Fachgesellschaft und spricht sich vehement dafür aus. Offensichtlich gab es vom ZK grünes Licht. Am 4. 5. 1962 tagte das Initiativkomitee erstmals. Im Protokoll heißt es:

> Herr Prof. Schröder eröffnete die Sitzung. Er legte an Hand der politischen Entwicklung nach dem 13. August, an Hand des 14. und 15. Plenums sowie des „Nationalen Dokuments“, [9], ausgezeichnet dar, daß es notwendig ist, die Mathematische Gesellschaft zu gründen. Er betonte besonders den Tatbestand, daß die Arbeit der westdeutschen Gesellschaften bisher eindeutig bewiesen hat, daß sie nicht in der Lage und ebensowenig gewillt sind, unsere Interessen zu vertreten. [. . .] Insbesondere war er sehr empört darüber, daß sich die DMV als Vertretung Westdeutschlands sieht. [10]

Auf der Sitzung wurden der Entwurf des Statuts diskutiert und die nächsten organisatorischen Schritte besprochen, insbesondere die Kandidatenliste für den Vorstand und die Gründung von Bezirkssektionen.

Gründung der MGDDR bis zur Wende

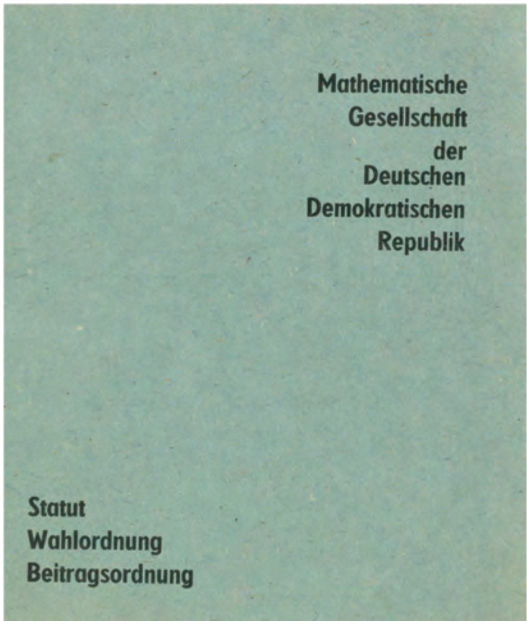
Das Logo der MGDDR

Die Gründung der MGDDR fand dann am 8. 6. 1962 in der Humboldt-Universität statt. Erster Vorsitzender wurde K. Schröder. Sie blieb bis 1969 unter der Obhut des Staatssekretariats für das Hoch- und Fachschulwesen. Im Zuge von Reformen ging die Zuständigkeit auf die Deutsche Akademie der Wissenschaften über (ab 1972 Akademie der Wissenschaften der DDR – nachfolgend kurz Akademie). Die wissenschaftlichen Gesellschaften, die der Akademie zugeordnet waren, unterhielten Sekretariate, die von einem wissenschaftlichen Sekretär geleitet wurden. Erster wissenschaftlicher Sekretär der MGDDR war der Hauptreferent im Staatssekretariat K. Schmidt, 1963 übernahm Inge Bausch bis zur Auflösung der MGDDR diese Aufgabe, beide waren Dipl.-Math. Die wissenschaftlichen Sekretäre gehörten per Statut zum Vorstand der Fachgesellschaften und wurden von staatlicher Seite benannt. Die wissenschaftlichen Gesellschaften der DDR hatten Jahresarbeitspläne und Entwicklungspläne auszuarbeiten und der Akademie vorzulegen. Seitens der staatlichen Institutionen wurden genaue Vorgaben etwa für das Statut und das Tagungsmanagement gemacht. Vertreter der Fachgesellschaften wurden regelmäßig zu Aussprachen bei dem zuständigen Vizepräsident der Akademie, z. T. auch in die Abteilung Wissenschaften des ZK der SED zitiert. Die Befugnisse der staatlichen Stellen reichten bis zur Auflösung wissenschaftlicher Gesellschaften. Wie aus der Vorgeschichte hervorgeht, war es eine Gründung „von oben“. Die MGDDR wurde von vielen Mathematikern der DDR zwar kritisch, aber letztlich als alternativlos gesehen. Der DDR-Mathematiker Helmut Koch fasste die ambivalente Situation wie folgt zusammen:

> Die Gründung der MGDDR ergab sich einerseits aus der Notwendigkeit, neue Organisationsstrukturen der Mathematik in der DDR zu finden, nachdem der Mauerbau eine weitere gesamtdeutsche Gemeinsamkeit in Form von Tagungen so gut wie unmöglich gemacht hatte. Andererseits gab sie der DDR-Führung die Möglichkeit, diese wie auch andere wissenschaftliche Gesellschaften der DDR, politisch zu beeinflussen. [11]

Zum Statut

Der Entwurf des ersten Statuts beginnt mit den Worten:



> [Die MGDDR] soll die besten Traditionen der Wissenschaft in Deutschland pflegen und fortführen. In diesem Sinne soll sie der Völkerverbindung, der Erhaltung des Friedens und der Einheit eines entmilitarisierten friedliebenden demokratischen Deutschlands dienen. Sie soll aktiv den Aufbau des Sozialismus-Kommunismus in der Deutschen Demokratischen Republik unterstützen. [12]

Wenn man den politischen Vorspann entfernt, der sich in solchen Phrasen ausdrückt wie:

> [Sie] unterstützt die Anwendung des dialektischen und historischen Materialismus in allen Disziplinen der mathematischen Wissenschaften[,]

werden im §2 die folgenden Aufgaben und Ziele formuliert:
- Förderung und Koordinierung des wissenschaftlichen Lebens auf dem Gebiet der Mathematik
- Förderung der mathematischen Forschung in der DDR, auch interdisziplinär
- Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses
- Förderung des mathematischen Unterrichts
- Förderung des Einsatzes mathematischer Verfahren in der Volkswirtschaft
- Traditionspflege
- Förderung der internationalen Kontakte, insbesondere zu den sozialistischen Ländern
- Publikationstätigkeit
- Popularisierung mathematischen Wissens.

Entsprechend der geforderten breiten Einbeziehung von Lehrern und Industriemathematikern wurde im §2 des Statuts festgelegt:

> Mitglied der Gesellschaft kann jeder an den mathematischen Wissenschaften Interessierte werden. Im allgemeinen ist eine abgeschlossene Ausbildung erforderlich. [12]

Dies war ein deutlicher Unterschied zur damaligen restriktiven Handhabung der Mitgliedschaft in der DMV:

> Die Aufnahme neuer Mitglieder erfolgt durch Antrag bei dem Schatzmeister durch Beschluß des Präsidiums. [13]

Die niedrigen Hürden für die Mitgliedschaft in der MGDDR, die mittlerweile auch in der DMV gelten, zeigen sich auch in vergleichsweise hohen Mitgliederzahlen. 1963 gibt I. Bausch sie mit 520 an, [14]. In den 80er Jahren stabilisierte sich die Zahl der ordentlichen Mitglieder auf ca. 1500: aus der Akademie 5–10 %, aus Universitäten und Hochschulen 50–60 %, aus der Volksbildung 20–25 %, aus der Industrie 10–15 %, sonstige 5–10 %.

„Republikflüchtige“ Mathematiker, wie etwa Rudolf Kochendörffer oder Manfred Herrmann, wurden nach ihrer Übersiedlung in die Bundesrepublik wegen „unwürdigen Verhaltens“ ausgeschlossen. Noch eine Bemerkung zur Mitgliedschaft von DDR-Mathematikern in der DMV nach 1961: Bei den Mitgliedern der MGDDR, die zuvor schon Mitglieder der DMV waren, wurde bis mindestens Mitte der 60er Jahre noch die Doppelmitgliedschaft in DMV und MGDDR toleriert. Zumindest galt das für die etablierten Mathematiker der DDR. Aus der Versandliste der Jahresberichte der DMV geht hervor, dass 1965 noch ca. 90 Exemplare an individuelle DMV-Mitglieder in der DDR verschickt wurden. O.-H. Keller und H. Reichardt blieben bis 1965 sogar noch Mitglieder des DMV-Präsidiums. Von verschiedener Seite, etwa von H. Koch [11], wird aber berichtet, dass DMV-Mitglieder der DDR von ihren Arbeitsstellen zum Austritt aus der DMV gedrängt wurden.

Im §7 des Statuts wurde die Gründung örtlicher Sektionen und Fachsektionen festgeschrieben. Sie leisteten mit den Interessengruppen die Basisarbeit. So wurden etwa die Mitglieder über die Bezirkssektionen geführt. Fachsektionen sollten die Zusammenarbeit auf mathematischen Gebieten unterstützen, Interessengruppen den interdisziplinäre Austausch und den Transfer mathematischer Methoden in die Volkswirtschaft. Die Arbeit der Bezirkssektionen litt an der heterogenen Mitgliederstruktur und daraus resultierenden unterschiedlichen Interessen und wurde immer wieder kritisch bewertet. Die Aktivitäten der Fachsektionen wurden dagegen als durchaus erfolgreich eingeschätzt, allerdings mit einer Einschränkung. Der Einsatz mathematischer Methoden in die Volkswirtschaft entsprach bei weitem nicht den Erwartungen der staatlichen Stellen.

Die MGDDR finanzierte sich laut §10 des Statuts aus zwei Quellen, den Mitgliedsbeiträgen und den staatlichen Zuschüssen. Später kamen noch Einnahmen aus Tagungsbeiträgen hinzu. Die Mittel aus dem Staatshaushalt wurden insbesondere zur Finanzierung der Gehälter der Mitarbeiter des Sekretariats verwendet. Das Statut wurde mehrfach überarbeitet, erstmals 1970. Die Einheit Deutschlands wird in dieser Version nicht mehr erwähnt, stattdessen wird die Verankerung im politischen System der DDR hervorgehoben:

> Die Mathematische Gesellschaft leitet ihre Aufgabe aus der ständig wachsenden Bedeutung der Mathe-

> matik für den Aufbau der entwickelten sozialistischen Gesellschaft der DDR ab. [15]

1981 wurde das Statut an die Richtlinien der Akademie angepasst.

Nationalkomitee Mathematik der DDR und der „Mathematikbeschluss“

Erwähnenswert sind noch zwei wichtige Ereignisse des Jahres 1962, die den Rahmen für das Agieren der MGDDR absteckten. Am 2. 3. 1962 wurde von der DDR von Günter Rienäcker, Generalsekretär der Akademie, der Antrag auf Mitgliedschaft in der IMU gestellt [16]. Damit wurde das Mandat für die Vertretung der DDR in der IMU nicht auf die Fachgesellschaft übertragen, sondern direkt dem Nationalkomitee Mathematik der DDR an der Akademie zugeordnet wie auch die anderen Nationalkomitees der DDR. Die Aufnahme in die IMU erfolgte 1963 gegen den Widerstand der DMV, allerdings anstelle der gewünschten Mitgliedschaft in Gruppe 3 (3 Stimmen) nur in Gruppe 1 (1 Stimme).

Von einem noch weitreichenderen Einfluss war der sogenannte „Mathematikbeschluss“. Das Thema Mathematikunterricht, ein Dauerbrenner des „Wissenschaftlichen Beirats Mathematik der DDR“, schaffte es 1962 sogar ins Politbüro. Der Politbürobeschluss des ZK der SED und des Ministerrates vom 17. 12. 1962: „Zur Verbesserung und weiteren Entwicklung des Mathematikunterrichts in allgemeinbildenden polytechnischen Oberschulen der DDR“ [17], war eine Reaktion auf das sinkende Niveau des Mathematikunterrichts in der DDR, die sich auch in schlechten Ergebnissen in internationalen Vergleichen, insbesondere bei den Internationalen Mathematik-Olympiaden (IMO’s) niederschlugen. Dort heisst es:

> Die wachsende Bedeutung der Mathematik, Physik und Chemie, der Kybernetik, Automatisierung, Elektronik und anderer Zweige der Wissenschaft und Technik für das Wachstum der Produktivkräfte der Gesellschaft macht es erforderlich, die wissenschaftlichen Erkenntnisse zum Gemeingut des Volkes zu machen. Dabei spielt die Mathematik bei der Weiterentwicklung der Naturwissenschaften sowie der technischen und ökonomischen Wissenschaften eine immer größere Rolle. [17, S. 853]

Das Dokument schließt mit dem Aufruf „Partei und Regierung wenden sich an die Mathematische Gesellschaft der Deutschen Demokratischen Republik, [. . .] mit allen Kräften die Organe der Volksbildung bei der Umgestaltung des Mathematikunterrichts zu unterstützen“ [17, S. 858].

Eine zentrale Aufgabe war dabei die Förderung mathematisch talentierter Schüler:

> Die Förderung erfolgreicher Teilnehmer der mathematischen Olympiaden und anderer mathematisch befähigter Schüler ist eine gemeinsame Aufgabe der Schulen und Volksbildungsorgane, der Mathematischen Gesellschaft der DDR, der Wissenschaftler der Hoch- und Fachschulen, der wissenschaftlich-technischen Kader der Betriebe und Forschungsstätten sowie der gesellschaftlichen Organisationen [. . .]. [17, S. 853]

Für die Förderung der Olympiadebewegung konstituierte sich in der MGDDR das „Zentrale Komitee für die Olympiaden Junger Mathematiker“, im Weiteren ZKOM. Auch die im Mathematikbeschluss geforderte Verbesserung der mathematischen Allgemeinbildung wurde durch die Integration der Lehrer, spezielle Tagungsreihen für Mathematiklehrer und eine Kooperation mit der Urania, der Gesellschaft zur Verbreitung wissenschaftlicher Kenntnisse der DDR, unterstützt. Partei- und Staatsführung sahen in der MGDDR das geeignete Instrument, die mathematische Ausbildung sowohl in der Breite als auch in der Spitze zu fördern. Die Abfolge ‚Antrag der Akademie bei der IMU, Gründung der MGDDR, Mathematikbeschluss‘ war also keineswegs zufällig. Zunächst wurde die Vertretung der Mathematiker der DDR in der IMU der Akademie zugeordnet. Mit dem Mathematikbeschluss wurden der MGDDR konkrete Aufgaben zugewiesen, die über die traditionellen Aktivitäten hinausgingen.

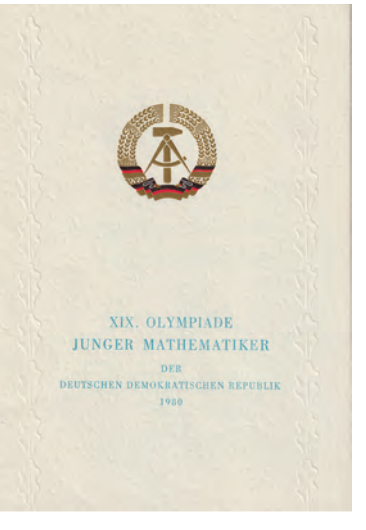


Foto: Gudrun Thäter

Der Kunstgewerbeschulbau von Henry van de Velde, heute ein Gebäude der Universität Weimar

Tagungsmanagement
Im Zentrum der Aktivitäten stand die Aktivierung und Gestaltung des wissenschaftlichen Lebens in Form von Konferenzen und Tagungen. Die erste Jahrestagung fand am 28. und 29. 8. 1963 an der Hochschule für Architektur und Bauwesen Weimar statt. Im Vortrag „Stand und Entwicklung der Mathematik in der DDR und die Aufgaben unserer Gesellschaft" umriss K. Schröder als Aufgabe die Beteiligung an der Lenkung der mathematischen Forschung in der DDR.

Die MGDDR führte bis 1970 insgesamt sieben Jahrestagungen durch. Sie wurden dann, nicht zuletzt wegen des großen organisatorischen Aufwands und fehlender Hotel- und Versorgungskapazitäten, zunächst von Haupttagungen abgelöst. Viermal fanden diese im zweijährigen Turnus statt. Ab 1981 wurden noch drei Mathematiker-Kongresse im Abstand von etwa vier Jahren durchgeführt. Die wissenschaftlichen Programme hatten Überblickscharakter und sollten über die Fortschritte der Mathematik in ihrer Breite informieren. Die Plenarvorträge wurden durch Kurzvorträge in Fachsektionen ergänzt. Die im Durchschnitt mehr als 1000 Teilnehmer an diesen Veranstaltungen sprechen für das große Interesse und eine hohe Akzeptanz.

Um den Bedürfnissen der Lehrer besser Rechnung zu tragen, richtete die Fachsektion „Unterricht und Erziehung" der MGDDR ab 1971 zwischen den Jahren der Haupttagungen eigenständige Tagungen und Weiterbildungsveranstaltungen für Lehrer aus. Auch diese Veranstaltungen erfreuten sich großen Zuspruchs.

Anfangs beschränkte man sich auf die Organisation der Jahrestagungen und weniger Konferenzen. Später trat die MGDDR bei allen mathematischen Konferenzen und Kolloqien (auch der für die DDR-Mathematiker wichtigen Frühjahrs-, Sommer-, Herbst- und Winterschulen) als Veranstalter oder Mitveranstalter auf (p. a. mehr als 100 Veranstaltungen). Die Fachsektionen und Interessengruppen planten und organisierten die dezentralen Veranstaltungen. Das Sekretariat der MGDDR fungierte als Scharnier zu der übergeordneten „Abteilung Wissenschaftliche Gesellschaften" (WG) der Akademie. Für jede Veranstaltung waren ein Konzept, eine Liste der einzuladenden Teilnehmer aus nicht-sozialistischen Ländern, die Festlegung von deren Betreuern sowie der Finanzierungsplan einzureichen. Rückfragen, Änderungswünsche und Nachforderungen seitens der Abteilung WG waren eher die Regel als die Ausnahme. Nach der Veranstaltung mussten Betreuerberichte, Statistiken und Auswertungen vorgelegt werden [18]. Ein Vorteil der Zentralisierung des Tagungsmanagements bei der MGDDR war der jährliche Tagungskalender, der in den „Mitteilungen der MGDDR" veröffentlicht wurde.

Eine Erfolgsgeschichte der MGDDR: Mathematik-Olympiaden und Begabtenförderung
Die erste Internationale Mathematik-Olympiade fand 1959 in Rumänien statt. Daran nahmen ausschließlich Schüler aus sozialistischen Staaten teil. Die Ausrichtung der Mathematik-Olympiaden wurde

> vom Ministerium für Volksbildung und der Mathematischen Gesellschaft der DDR in Zusammenwirken mit dem Zentralrat der FDJ und mit Unterstützung des Ministeriums für Hoch- und Fachschulwesen durchgeführt. [. . .] Im Auftrage der Mathematischen Gesellschaft [. . .] erfolgte die Leitung dieses mathematischen Schülerwettbewerbs durch das ZKOM, dessen Vorsitzender seit 1963 Prof. Dr. Wolfgang Engel, [19], ist. [14, S. 743]

Zu den Aufgaben des ZKOM zählten die Erstellung der Aufgaben und die Organisation der vierstufigen DDR-Mathematik-Olympiaden. Sie zielten darauf ab, einerseits möglichst viele Schüler der allgemeinbildenden Schulen anzusprechen, andererseits mathematische Begabungen zu erkennen und zu fördern. Laut W. Engel nahmen an der ersten Stufe 1966/67, dem Hausaufgabenwettbewerb, 987 000 Schüler teil, ca. 75 % aller Schüler der Klassen 5–12 [20]. Die intensive Vorbereitung der DDR-Teilnehmer in Form mathematischer Arbeitsgemeinschaften, Klubs „Junger Mathematiker", Korrespondenzzirkeln oder Vorbereitungslagern, etc. zahlte sich nach kurzer Zeit durch vordere Plätze der DDR bei den IMO's in der Länderwertung aus [14, S. 746]. Die erfolgreiche Begabtenförderung, an der die MGDDR einen erheblichen Anteil hatte, wird auch bei der Berufswahl und dem beruflichen Werdegang der IMO-Teilnehmer deutlich. Von den 158 DDR- Teilnehmern an der IMO von 1960 bis 1990 habilitierten sich mindestens 49, davon wurden 34 Professoren. Mehr als 42 promovierten in Mathematik, Physik oder Ingenieurwissenschaften, 2 in Medizin oder Veterinärwissenschaft [20]. Weitere Aktiviäten zur Begabtenförderung, die von der MGDDR unterstützt wurden, waren Wissenschaftliche Studentenkonferenzen für Mathematik- Studenten (ab 1977) und Mathematische Wettbewerbe für Ingenieur- und Ökonomiestudenten (ab 1975).

Weitere Aktivitäten
1968 erhielt die MGDDR eine Lizenz zur Herausgabe der *Mitteilungen der Mathematischen Gesellschaft der DDR*. Jährlich erschienen vier Hefte. Sie beinhalteten Übersichtsvorträge über Teilgebiete der Mathematik und neue Entwick-

lungen, Berichte über Tagungen, Forschungsergebnisse, historische Beiträge aus Anlass von Jubiläen bedeutender Mathematiker und aktuelle Informationen. Für die Mitteilungen war die Redaktionskommission der MGDDR zuständig. Die Erstellung der druckfertigen Manuskripte war Aufgabe des Sekretariats.

Auch in Sachen internationaler Beziehungen war die MGDDR aktiv, allerdings betraf das nur das sozialisitische Ausland. Offizielle Kontakte zu Fachgesellschaften aus dem nicht-sozialistischen Ausland wurden bis zur Wende von den staatlichen Institutionen konsequent unterbunden. Weiterhin war die MGDDR an der Planung und Durchführung zentraler Veranstaltungen zu historischen Jubiläen bedeutender Mathematiker beteiligt, insbesondere dem Gauß-Jahr 1977 und der Euler-Ehrung 1983.

Die MGDDR nach der Wende

Der Umbruch in der DDR löste eine Grundsatzdiskussion innerhalb der für die mathematische Forschung zuständigen Gremien aus. Für die Mathematik war der Programmrat „Mathematik, Mechanik, Kybernetik, und Informatik“ (MMKI) verantwortlich, dem sieben Hauptforschungsrichtungen, im Folgenden HFR, zugeordnet waren. Am 29. 11. 1989 schlug der Programmrat MMKI in einer erweiterten Sitzung, an dem auch der Vorsitzende der MGDDR, Rolf Klötzler [21] teilnahm, die Auflösung dieser Strukturen sowie eine Aufwertung der wissenschaftlichen Gesellschaften vor:

> Die gerade in den ersten Jahren des Betreibens der HFR notwendigen Organisation des wissenschaftlichen Lebens kann gegenwärtig auch, oder noch besser, durch wissenschaftliche Gesellschaften übernommen werden. [22]

Ein wesentlicher Schritt war dazu die Empfehlung des Programmrates MMKI zur Neufassung des Statuts. Die MGDDR setzte im Dezember 1989 eine Statutenkommission ein. Der zweite Entwurf des neuen Statuts vom 12. 4. 1990 konzentrierte sich auf die fachlichen Ziele und verzichtete auf jeglichen politischen Vorspann der Vorgängerversionen. Im zweiten Entwurf heißt es allgemein:

> Die MGDDR leitet ihre Aufgaben aus der Bedeutung der Mathematik für die Entwicklung von Wissenschaft, Technik, Wirtschaft und Bildung ab. [23]

Die Zeit nach der Wende bis zum Frühjahr 1990 war eine kreative Zeit. Die MGDDR beteiligte sich aktiv an den Diskussionen und unterstützte die Reformvorschläge des Programmrats MMKI. Insbesondere befürwortete sie die Angliederung des mathematischen Teils des Nationalkomitees MMKI der DDR an die MGDDR, die Forderung nach Eigenverantwortlichkeit der wissenschaftlichen Institutionen sowie die Beendigung des Forschungsprogramms MMKI und die geplante Auflösung der Hauptforschungsrichtungen. Die MGDDR sah sich durchaus in der Lage, eine führende Rolle in dem Reformprozess wahrzunehmen. Vorschläge für eine Reform der Schul- und Allgemeinbildung sind in einem Anschreiben an den Minister am 14. 12. 1989 dagestellt, u. a. spricht man sich für die Beibehaltung einer breiten mathematischen Allgemeinbildung, mehr Flexibilität und Differenziertheit der schulischen Mathematikausbildung und den Ausbau der Begabtenförderung aus [24].

Ende 1989 nahmen DMV und MGDDR erstmals Kontakte auf. Ab Februar 1990 nahm R. Klötzler an den Präsidiumssitzungen der DMV mit Gaststatus teil. Die Rahmenbedingungen für die MGDDR änderten sich mit dem 1. Staatsvertrag und dem Einigungsvertrag zum Beitritt der DDR zur Bundesrepublik am 3. 10. 1990 entscheidend. Auf der Beratung der Akademie am 17. 4. 1990 wurden die Fachgesellschaften über die Beendigung der Beziehungen zwischen der Akademie und den ihr zugeordneten wissenschaftlichen Gesellschaften und die Modalitäten der Abwicklung informiert. Insbesondere betraf das die Auflösung der Arbeitsverhältnisse der Beschäftigten in den Sekretariaten der wissenschaftlichen Gesellschaften [25]. Damit verlor die MGDDR ihre professionelle Verwaltung.

Anstelle einer Reform rückte der Zusammenschluss mit der DMV in den Fokus. Im Protokoll der Vorstandssitzung vom 14. 6. 1990 ist vermerkt, dass eine paritätische Arbeitsgruppe von DMV (Flum, Grötschel, Grotemeyer, Hirzebruch) und MGDDR (Bausch, Klötzler, Pfister, Schneider) gebildet wurde, die auf die Vereinigung hinarbeitet. Auf dem Mathematiker-Kongress der DDR im September stimmten die Mitglieder für den Zusammenschluss. Auch die Mitgliederversammlung der DMV votierte auf ihrer Jahrestagung in Bremen für die Vereinigung. Die letzte Vorstandssitzung fand am 19. 10. 1990 statt. Die Unterlagen wurden an die DMV übergeben. Damit ist die eigentliche Geschichte der MGDDR zu Ende.

Die Spuren der MGDDR und Schlussbemerkungen

F. Hirzebruch, der 1990 wieder an der Spitze der DMV stand, betonte in seiner eindrucksvollen Rede zum 100. Jahrestag der Gründung der DMV in Bremen die innovativen Ansätze der MGDDR:

> Die Mathematische Gesellschaft der DDR kann in die gemeinsame DMV viel einbringen. Sie ist bereits für Lehrer und Industriemathematiker geöffnet. Ihre Mitteilungshefte werden für die neuen Mitteilungen der DMV sehr anregend sein. Sie hat besondere Sektionen und Interessengemeinschaften, gerade auch für sogenannte Randgebiete, von denen die Mathematik nach außen getragen wird. [26]

F. Hirzebruch verwies auf die schon vor der Wende begonnene „Grötschel-Initiative“ der DMV, die auf eine grundlegende Neupositionierung der DMV hinauslief. Die DMV sollte sich nicht länger nur als eine akademische Gelehrtengesellschaft verstehen, stattdessen aktiv die Verbreitung und Anwendung mathematischen Wissens und mathematischer Methoden unterstützen. Das DMV-Präsidium berief dazu eine Strukturreformkommission, die am 17. und 18. 11. 1990 erstmals tagte und der mit W. Engel und Gerhard Pfister auch Mathematiker aus der ehemaligen DDR angehörten.

Martin Grötschel benennt in dem Diskussionspapier [27] explizit erhaltenswerte Aspekte. Im Abschnitt „Übernahme verschiedener Strukturen der MGDDR" heißt es:

> Die Mathematische Gesellschaft der DDR hatte ein anderes Mitgliederprofil als die DMV und dementsprechend andere Aktivitäten entwickelt. Die MGDDR-DMV-Vereinigungskommission ist zu dem Ergebnis gekommen, daß viele der inneren Strukturen der MGDDR sinnvollerweise auf die DMV übertragen werden sollten. Das DMV-Präsidium hat u. a. beschlossen, die bei der MGDDR bisher tätigen *Fachsektionen und Interessengemeinschaften* in die DMV zu übernehmen. Sie haben z. B. durch die Organisation spezieller Tagungen positiven Einfluss auf das mathematische Leben in der DDR genommen. Welche der MGDDR-Aktivitäten wie z. B. Schülerwettbewerbe (incl. Mathematik-Olympiade), Lehrerbildung und -fortbildung, Informationstage für Industriemathematiker durch die DMV fortgeführt werden könnten ist – aufgrund unterschiedlicher Finanzierungsquellen und Organisationsformen – derzeit noch nicht geklärt. Wir sollten uns aber intensiv bemühen, diese Aktivitäten nicht einschlafen zu lassen. [27]

Das Grötschel-Papier geht aber weit über die Diskussion struktureller und organisatorischer Reformen hinaus. Es werden auch Fragen zur inhaltliche Positionierung der DMV gestellt. In den inzwischen 31 Jahren, die seither vergangen sind, hat sich die DMV grundlegend erneuert, aber das ist ein eigenes Thema.

Anmerkungen

1. Dieser Artikel konzentriert sich auf Schlüsselmomente der Geschichte der MGDDR und analysiert die Tätigkeit der MGDDR. Eine umfassendere Darstellung, die – soweit wie rechtlich möglich – auch Originaldokumente aus den Archiven der DMV und MGDDR, der BBAW, der IMU, der MPG und der Stiftung Archiv der Parteien und Massenorganisationen der DDR im Bundesarchiv (SAPMO) enthält, ist in den Mathematischen Semesterberichten geplant.
2. Später Hoch- und Fachschulwesen, ab 1967 Ministerium für Hoch- und Fachschulwesen.

Literatur

[1] Reinhard Siegmund-Schultze, Zu den ost-westdeutschen mathematischen Beziehungen bis zur Gründung der Mathematischen Gesellschaft der DDR 1962, Hochschule Ost 5 (1996), Heft 3, S. 55–63.

[2] Information über die Lage in der Mathematik und die Probleme bei der Gründung einer Mathematischen Gesellschaft der DDR, SAPMO, DY 30/84317, Bl. 24–50.

[3] Bericht Mathematiker Tagung 1952, SAPMO, DY 30/84317, Bl. 18–20.

[4] Bericht über die Fachberatung in der Abt. Wissenschaft und Propaganda, SAPMO, DY30/83418, S. 71–75.

[5] Rede des Vertreters des Staatssekretariats auf der DMV Jahrestagung 1961 in Halle, SAPMO, DY 30/84315, Bl. 99–107.

[6] Arbeitsplan des Wissenschaftlichen Beirats, 25. 1. 1960, SAPMO, DY30/83415, Bl. 22.

[7] Protokoll der Sitzung des Wissenschaftlichen Beirats, 15. 12. 1961, SAPMO, DY30/83415, Bl. 19 ff.

[8] Günter Bärwolff, Kurt Erich Schröder (1909–1978). www.math.berlin/mathematiker/kurt-erich-schroeder.html

[9] Die geschichtliche Aufgabe der Deutschen Demokratischen Republik und die Zukunft Deutschlands, 25. 3. 1962. invenio.bundesarchiv.de/invenio/direktlink/e48d3ece-1ed7-49b0-8c7d-1290eb7ae576/

[10] Sitzung des Initiativkomitees der MGDDR, 4. 5. 1962; SAPMO, DY30/83417, Bl. 52.

[11] Helmut Koch: Mathematik. Abschnitt 2.4: Die Mathematische Gesellschaft der DDR, Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, S. 152f. edoc.bbaw.de/opus4-bbaw/files/257/24L7Ia44iN3YQ_216.pdf

[12] Entwurf des ersten Statuts der MGDDR, 1962, SAPMO, DY30/83417, Bl. 61 ff.

[13] Satzung der DMV vom 7.9.1952, Jahresbericht der DMV, 56, 2. Abt. Heft 2/3, S. 73–76.

[14] Inge Bausch, MGDDR. In: Horst Sachs (Hrsg.): Entwicklung der Mathematik in der DDR. Deutscher Verlag der Wissenschaften, Berlin 1974, S. 733–750.

[15] Zweites Statut der MGDDDR, Mitteilungen der MGDDR, Heft 1, 1971 und Archiv der MGDDR, E0005_0219.

[16] Antrag der Akademie zur Aufnahme in die IMU, 2. 3. 1962, Archiv der DMV, E0004_0353, Bl.154

[17] Gesetzblatt f. d. DDR 1962, T 1. II, Nr. 100, S. 853–858.

[18] Vorgaben der Abteilung WG für zentrale Veranstaltungen, Archiv der MGDDR, E0005_0094, Bl. 11

[19] Wolfgang Engel, Zeitzeugenbericht von Prof. Dr. Wolfgang Engel am 8. Dezember 2006. In: Krüger, Kersten (Hg.): Die Universität Rostock zwischen Sozialismus und Hochschulerneuerung. Zeitzeugen berichten. Teil 1, Rostock 2007, S. 295–315.

[20] Wolfgang Engel, Zur 50. Mathematikolympiade 2011 in Deutschland. Erinnerungen an mathematische Schülerwettbewerbe und die Förderung mathematisch begabter Jugendlicher in der DDR. ftp.math.uni-rostock.de/pub/preprint/2010/pre10_02.pdf

[21] Rosalind Elster e.a. 1931–2021, Optimization, Vol 71, 2022 (3), 439–441. DOI 10.1080/02331934.2022.2040312

[22] Protokoll der erweiterten Vorstandssitzung des Programmrats MMKI vom 28.11.1989, Archiv der MGDDR, E0005_0219, Blatt 72–75.

[23] Zweiter Entwurf des neuen Statuts der MGDDR, Archiv der MGDDR, E0005_0219, Blatt 45 ff.

[24] Positionspapier der MGDDR zu Mathematikunterricht und Allgemeinbildung, Archiv der MGDDR, E0005_0220, Bl. 1–2.

[25] Beratung zur Abtrennung der wissenschaftlichen Fachgesellschaften von der Akademie am 17. 4. 1990, Archiv der MGDDR, E0005_0219, Bl. 53 ff.

[26] Friedrich Hirzebruch, Eröffnungsrede, Mitteilungen der DMV, Sonderheft über die Jubiläumstagung aus Anlaß des 100-jährigen Bestehens vom 17. bis 22. September 1990 in Bremen, S 18–34.

[27] Martin Grötschel, Gedanken zu einer Strukturreform, DMV Mitteilungen, Heft 1, 1991, S. 6–19.

Dr. Wolfram Sperber
w_sperber@t-online.de

Wolfram Sperber war wissenschaftlicher Mitarbeiter an der IH Cottbus und am Karl-Weierstrass-Institut der Akademie der DDR; Arbeit in Projekten zur elektronischen Information und Kommunikation in der Mathematik, Fachredakteur und Projektarbeit beim FIZ Karlsruhe, Zentralblatt für Mathematik; seit 2018 im Ruhestand.

Andrej Nikolajewitsch Kolmogorow

Ein persönlicher Rückblick

Klaus Krickeberg

Heute gilt Kolmogorow als einer der bedeutendsten Mathematiker des 20. Jahrhunderts. Wie in Russland üblich sprachen ihn alle Freunde und Bekannten mit dem Vor- und Vatersnamen – Andrej Nikolajewitsch – an, und so will ich es auch halten. Eigennamen schreibe ich deutsch transkribiert. Ich schöpfe aus meinen Erinnerungen; daher erscheinen hier keine Literaturzitate. Andrej Nikolajewitsch war ungeheuer vielseitig, doch behandele ich hier nur seine Beiträge zur Wahrscheinlichkeitstheorie, meinem eigenen früheren Arbeitsgebiet. Er begründete in Moskau eine Schule der Wahrscheinlichkeitstheorie und der darauf basierenden Mathematischen Statistik. Nach diesem Vorbild entstanden an vielen Orten florierende und produktive Schulen, auch weil er sich dafür eingesetzt hat. Das Ziel meines vorliegenden Aufsatzes ist, diesen Prozess dort zu beschreiben, wo ich ihn direkt beobachten konnte – in den Jahren 1963 bis 1987.

Als Grundlage will ich zunächst einiges aus dem Leben von Andrej Nikolajewitsch skizzieren. Er wurde im Jahr 1903 als Russe in Russland geboren. Als früh bekannt gewordener Mathematiker konnte er von Juni 1930 bis März 1931 zuerst in Göttingen und dann in Paris mit vielen anderen Mathematikern zusammenarbeiten. Im Jahr 1933 erschien sein Buch *Grundbegriffe der Wahrscheinlichkeitsrechnung* im Verlag von Julius Springer. Das war die axiomatische Begründung der Wahrscheinlichkeitstheorie. Im Jahre 1931 wurde er Professor an der Universität Moskau (später Lomonossow-Universität), erhielt dort 1939 den Lehrstuhl für Wahrscheinlichkeitstheorie und wurde im selben Jahr volles Mitglied der Russischen Akademie der Wissenschaften. Sein wichtigster Arbeitsplatz dort war das Steklow-Institut. Damit begann – mit einer Unterbrechung durch den Krieg – der Aufbau der russischen Schule der Wahrscheinlichkeitstheorie. Es hatte Vorläufer gegeben, aber erst mit Andrej Nikolajewitsch konnte man von einer wirklichen „Schule“ sprechen. Sie nahm im Laufe der Zeit diverse Gestalten an und hatte viele Mitglieder, von denen eine ganze Reihe sehr bekannt geworden sind.

Die erste Methode von Andrej Nikolajewitsch zur Ausbreitung Moskauer Ideen, die ich kennen gelernt habe, bestand aus den „All-Union-Konferenzen zur Wahrscheinlichkeitstheorie und Mathematischen Statistik“. Diese Konferenzen fanden im Laufe der Zeit an verschiedenen Orten statt. Er lud mich zu derjenigen ein, die er im Jahr 1963 in Tbilissi organisierte. Ich war der erste Deutsche in meinem Fach, der nach dem Krieg in die Sowjetunion kam. Es herrschte politisches Tauwetter, aber in Georgien spukte Stalins Geist noch sehr in den Köpfen vieler Leute herum. So erzählte Andrej Nikolajewitsch, dass ihn der Chauffeur des Taxis, das ihn vom Flugplatz in die Innenstadt brachte, fast hinausgeworfen hätte. Er hatte nämlich angedeutet, dass vielleicht mit Stalin nicht alles in Ordnung gewesen wäre. Sein eigener Vortrag behandelte die statistische Analyse der Poesie von Pasternak. Er war Vorsitzender der Sektion, in der ich vortrug; zum ersten Mal hielt ich einen Vortrag auf Russisch. Mein Thema waren Martingale, ein damals in Russland ganz unbekanntes Gebiet.

In der Folge bin ich häufig aus ganz verschiedenen Anlässen in der Sowjetunion gewesen. Gearbeitet habe ich viel in Russland, aber auch in Armenien, Litauen und Usbekistan. Es gab eine universelle Informationsquelle, nämlich Gespräche. Wo auch immer ich war, ich konnte mich mit unzähligen Kollegen aus vielen Teilen der Sowjetunion unterhalten. Sie waren durchweg gebildet, offen und absolut nicht doktrinär. Auch Witze waren nicht ausgeschlossen. So zeigte einmal einer von ihnen, als wir in einer Gruppe zusammenstanden, auf den ausgezeichneten Mathematiker Roland Lwowitsch Dobruschin, der ziemlich rundlich war, und sagte: „Sozialismus“, und dann zeigte er auf mich, den Schlanken, und sagte: „Kapitalismus“. Alle lachten natürlich.

Nach Armenien führten mich eine Reihe von Tagungen verschiedener Art. Dort interessierte mich zuerst die Arbeit von Ruben Ambarzumjan in meinem eigenen damaligen Interessengebiet, nämlich der stochastischen Geometrie. Er hatte an der Lomonossow-Universität in Moskau studiert und die Moskauer Schule kennen gelernt, ging dann aber eigene Wege. Andrej Nikolajewitsch spielte auch eine wesentliche Rolle bei der Bildung eines Lehrstuhls für Wahrscheinlichkeitstheorie an der Staatlichen Universität von Jerevan, unterstützt von dem Ukrainer Boris Gnedenko, auf den ich weiter unten noch zu sprechen kommen werde. Im Jahre 1976 veranstalteten die armenischen Wahrscheinlichkeitstheoretiker am Sevan-See eine große Tagung, die wohl ein Höhepunkt der Entwicklung war. Neben mir und zweien meiner Schüler gab es Teilnehmer aus Armenien, der DDR, England, und Moskau.

In Litauen bin ich mehrere Male gewesen, zu größeren Kongressen und auf einem Abstecher von Moskau aus, als ich im Frühjahr 1966 fast drei Monate dort verbrachte, im Rahmen des offiziellen wissenschaftlichen Austauschs zwischen der Deutschen Forschungsgemeinschaft und der

DOI 10.1515/dmvm-2022-0041

Sowjetischen Akademie der Wissenschaften. Später war Andrej Nikolajewitsch einmal selbst dabei. Er war schon blind, vermutlich als Folge der Parkinsonschen Krankheit, an der er litt, aber völlig klar. Er kannte die Hauptstadt Vilnius gut. Als wir in einem Auto zusammen an dem großen, die Stadt durchziehenden Fluss entlangfuhren, erklärte er mir nach dem Gehör, wo wir gerade waren.

Die litauische Wahrscheinlichkeitstheorie hatte sich unter dem Einfluss von Andrej Nikolajewitsch besonders stark entwickelt. So hatte an der dortigen Akademie die Gruppe von Vitas Statulavitschus die Themen der Moskauer Schule aufgenommen. Wir wurden Freunde. Vitas' Ehrgeiz ging aber noch weiter. An der University of California in Berkeley hatte es ja von 1945 bis 1970 in Fünfjahresintervallen sechs „Berkeley Symposia on Mathematical Statistics and Probability" gegeben, die dann nicht weitergeführt wurden. Vitas gründete nun die „International Vilnius Conferences on Probability Theory and Mathematical Statistics". Sie finden ungefähr in Vierjahresintervallen statt. An der ersten, im Jahr 1973, habe ich teilgenommen, die zwölfte gab es im Jahr 2018.

In Vilnius habe ich auch noch Jonas Kubilius kennen gelernt, den Rektor der Universität. Er hatte das Gebiet „Wahrscheinlichkeitstheoretische Zahlentheorie" weit entwickelt. Das war nicht unter dem Einfluss von Andrei Nikolajewitsch geschehen, sondern unter dem des großen Zahlentheoretikers Juri Wladimirowitsch Linnik in Leningrad. Ich erwähne es, weil sich die beiden Schulen gegenseitig befruchteten und ergänzten.

Ukrainische Wahrscheinlichkeitstheoretiker nahmen an Treffen in anderen Sowjetrepubliken teil, wo ich mich mit ihnen unterhalten konnte. Sie hatten ihr Gebiet intensiv entwickelt. Der in Moskau geborene Ukrainer Boris Wladimirowitsch Gnedenko studierte dort und wurde so ein Schüler von Andrei Nikolajewitsch. Die beiden schrieben zusammen in russischer Sprache ein später sehr bekannt gewordenes Standardwerk, das im Jahre 1955 erschien und rasch vom Akademie-Verlag ins Deutsche übersetzt wurde mit dem Titel *Grenzverteilungen von Summen unabhängiger Zufallsgrößen*. Gnedenko selbst hielt Gastvorlesungen an meiner alma mater, der Humboldt-Universität zu Berlin, kurz nachdem ich sie im Jahre 1953 verlassen hatte, und wurde so zu einem der wichtigsten Mitbegründer der wahrscheinlichkeitstheoretischen Arbeitsgruppe dort.

Meine Beziehungen zu Usbekistan entwickelten sich in ganz unvorhergesehener Weise. Ich war im Frühjahr 1966 von Moskau aus nach Taschkent gefahren, gerade rechtzeitig, um das große Erdbeben am frühen Morgen des 26. April mit zu erleben. Ähnlich wie in Litauen gab es auch in Taschkent zwei wahrscheinlichkeitstheoretische Gruppen. Die eine befand sich an der Akademie der Wissenschaften, die andere an der Staatlichen Universität Taschkent, geleitet von Sagdi Khasanowitsch Siraschdinow. Beide hatten ihr Arbeitsgebiet im Umfeld der Moskauer Schule entwickelt.

Ich unterhielt mich vor allem mit Siraschdinow. Er hatte in Taschkent studiert. Neben dem Fachlichen machte er einen Vorschlag, der sehr weitreichende Konsequenzen hatte, nämlich einen „Weltkongress für Mathematische Statistik und Wahrscheinlichkeitstheorie" zu lancieren und ihn in Taschkent abzuhalten. Er fand schließlich vom 8. bis 14. September 1986 mit etwa 1000 Teilnehmern statt als „Weltkongress der Bernoulli-Gesellschaft für Mathematische Statistik und Wahrscheinlichkeit". Für seine Vorbereitung musste ich mehrmals nach Taschkent fah-

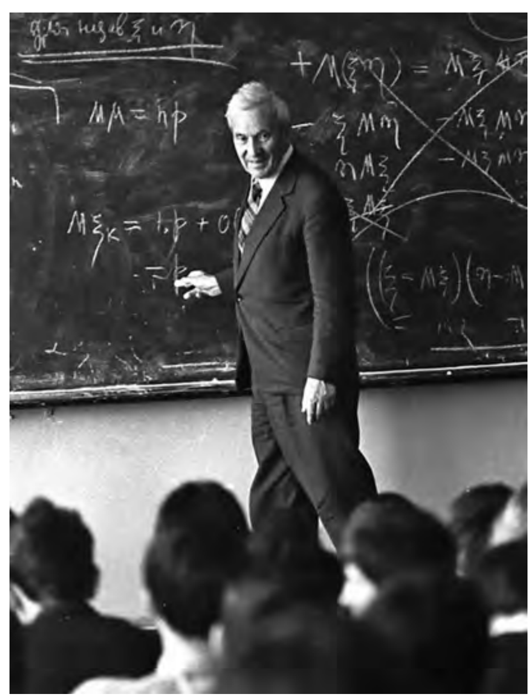

ERGEBNISSE DER MATHEMATIK
UND IHRER GRENZGEBIETE
HERAUSGEGEBEN VON DER SCHRIFTLEITUNG
DES
„ZENTRALBLATT FÜR MATHEMATIK"
ZWEITER BAND
3

GRUNDBEGRIFFE DER
WAHRSCHEINLICHKEITS-
RECHNUNG

VON

A. KOLMOGOROFF

BERLIN
VERLAG VON JULIUS SPRINGER
1933



Andrej Nikolajewitsch Kolmogorow in einer Vorlesung


Foto: Klaus Dietz

Juri Prochorow, Hermann Dinges, Klaus Krickeberg (halb verdeckt), Andrei Nikolajewitsch und Fredos Papangelou 1967 in Oberwolfach

ren, denn ich war 1977–79 Präsident der Gesellschaft und Vorsitzender des Programmkomitees des Kongresses. Ich erreichte, dass diesem Komitee auch Sir David Cox angehörte, der einen großen und klaren Überblick über die Vertreter und Schulen unserer Gebiete hatte. So glaube ich, dass es wirklich ein „Welt"-Kongress war, aber natürlich spiegelte er auch den Einfluss der Schule von Andrej Nikolajewitsch wider.

Auf dem Weg nach Taschkent zum Weltkongress habe ich Andrej Nikolajewitsch noch einmal in seinem Institut besucht. Er sprach von seinem neuen konstruktiv-kombinatorischen Zugang zur Wahrscheinlichkeitstheorie, der neben den axiomatischen aus dem Jahr 1933 treten sollte. Er schickte auch eine Grußbotschaft an den Weltkongress, die in der Eröffnungssitzung verlesen wurde.

Andrej Nikolajewitsch starb im Oktober 1987.

Der Beitrag in der Wikipedia zu Andrei Nikolajewitsch Kolmogorow ist ein guter Einstieg, um mehr über ihn zu erfahren.

Danksagungen
Klaus Dietz, Tübingen, und Hans Zessin, Berlin, haben mir durch Ratschläge sehr geholfen. Helga Zeile, Bielefeld, hat den ganzen Text einer inhaltlichen und stilistischen Analyse unterworfen.

Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Klaus Krickeberg
krik@ideenwelt.de

Klaus Krickeberg hat ab 1946 Mathematik an der Humboldt-Universität zu Berlin studiert und war Professor an mehreren Universitäten innerhalb und außerhalb Europas. Emeritiert 1998 von der Université de Paris. In den 1980er Jahren ging er von der Mathematik über zur „Public Health" auf mathematischer Grundlage. Er arbeitet jetzt vor allem mit und in Vietnam. Neben diversen Auszeichnungen insbesondere Träger des Ordens „Freund Vietnams".

Über die Grenze zwischen mathematischer Lehre und mathematischem Unterricht

Thomas Bedürftig

Viel wird diskutiert über die Problematik des Übergangs von der Schule zur Hochschule. Anlass für meine Bemerkungen ist ein Beitrag in den *Mitteilungen der DMV* 29-2 (2021) über den Rückweg aus dem Lehramtsstudium in die Schule. Er benennt die alte Distanz des mathematischen Wissens aus der Lehre zum Unterricht und stellt ein Konzept vor, Bezüge in die Lehre zu integrieren. In den Diskussionen der Probleme auf dem Hinweg wie auf dem Rückweg scheint mir ein einfacher, aber gravierender Punkt in der Diskussion zu fehlen: Was ist die prinzipielle Differenz zwischen der Mathematik im Unterricht und der Mathematik in der Lehre? Ich versuche, an einem Beispiel die Grenze zwischen beiden zu bestimmen und die Probleme ihrer Überwindung zu verstehen.

Das Problem

Es wird seit langem und viel über die Probleme auf dem Weg von der Schule in die Universität gesprochen und man klagt über die schlechten Voraussetzungen, die die Studienanfänger mitbringen. Ein bemerkenswertes Projekt in Kiel beschäftigt sich jedoch mit dem steinigen „Rückweg“ – von der Universität in die Schule. In den Mitteilungen erschien 2021 der Beitrag *Aufbau eines berufspezifischen Fachwissens für Lehramtsstudierende* [9]. Das Projekt stellt sich einem historischen Defizit in der Lehramtsausbildung und stützt sich auf Darstellungen in der Literatur, auf Vorerfahrungen und umfangreiche Vorarbeiten. Der Beitrag analysiert die Problematik und beschreibt das Vorgehen auf verschiedenen Ebenen. Ein zentrales Instrument sind so genannte „Lehramtsaufgaben“, die in den Grundveranstaltungen über die üblichen Übungsaufgaben hinaus gestellt werden und die Ergebnissen aus der Lehre mit Aussagen im Schulalltag verbinden.

Der Beitrag charakterisiert die unterschiedlichen „Welten“ des Studiums und des Unterrichts. Aber eine entscheidende Frage scheint mir – wie in vielen anderen Diskussionen und Papieren – nicht konsequent genug gestellt zu werden: *Wo verläuft eigentlich die Grenze zwischen Lehre und Unterricht?*

Meine sicherlich grobe Wahrnehmung und die überaus schlichte Antwort sind: Sie verläuft zwischen

theoretischen Aussagen – Sätzen – in der Lehre	$\leftrightarrow$	*wahren* Aussagen – Tatsachen – im Unterricht.

„Wahr“ sei klassisch verstanden als Übereinstimmung mit Wirklichkeit und Anschauung. Bis zu den rationalen Zahlen gibt es den Wirklichkeitsbezug. Der Übergang zu den reellen Zahlen führt in die Theorie – mitten in der Schulzeit.

Anmerkungen am Beispiel

Die „Lehramtsaufgabe“ in [1, S. 9] demonstriert sehr gut, was ich meine.

Aufgabe 8.3 (L) Sie haben $0,\overline{9} = 1$ in Aufgabe 8.2(a) mithilfe der Reihendarstellung berechnet.
(a) Geben Sie nun je einen altersgerechten Beweis für diese Gleichheit
  (i) für die Klassenstufe 6,
  (ii) für die Oberstufe.
(b) Geben Sie jeweils an, an welchen Stellen die Schulbeweise aus Hochschulsicht Lücken aufweisen (die Sie mit schulischen Mitteln nicht schließen können).

Statt „$0,\overline{9}$“ schreibe ich im Folgenden „0,999...“, um das Unendliche und Offene nicht durch die Bezeichnung zu verbergen.

Ist „$0,999\ldots = 1$“ eine wahre Aussage? Nein! Genauso wenig wie „$0,999\ldots < 1$“. „$0,999\ldots = 1$“ ist eine theoretische Aussage in der Theorie der reellen Zahlen. „$0,999\ldots < 1$“ ist eine theoretische Aussage in der Theorie der hyperreellen Zahlen oder der hyperrationalen Zahlen. Das zu wissen, reicht. Denn man muss nicht in die Theorie der hyperreellen Zahlen einsteigen (siehe z. B. [8, Kap. 2, Non-standard Numbers] und [7, Kap. 1, Propädeutik, Kap. 2, Die Omegazahlen]), aber es hilft zu wissen, dass es Nonstandardzahlen gibt und dass dort die 0,999... eine kleinere Zahl als die 1 repräsentiert.

Weiß man dies, so ist sofort klar, dass man einen Beweis für $0,999\ldots = 1$ im Mathematikunterricht nur führen kann, wenn man dort die Theorie der reellen Zahlen vorfindet. Das aber wird selten der Fall sein. Denn es fehlt in der Oberstufe oft die Axiomatik und sicherlich die Konstruktion der reellen Zahlen. Die Gleichheit „$0,999\ldots = 1$“ kommt aus der Konstruktion von $\mathbb{R}$, oder das Vollständigkeitsaxiom *fordert* sie. Axiome sind vereinbart und gesetzt und keine wahren Aussagen. Das Vollständigkeitsaxiom braucht man hier nur halb, nämlich das Archimedische Axiom, das je nach Formulierung explizit oder implizit im Vollständigkeitsaxiom enthalten ist. Es schließt unendlich kleine ε aus und sichert, dass die 0,999... nicht infinitesimal kleiner als 1 ist. Das Archimedische Axiom ist theoretisch gesetzt wie die anderen Axiome. In der Lehre scheint dies nicht immer bewusst zu werden.

DOI 10.1515/dmvm-2022-0042

Bisher habe ich, wie in der Aufgabenstellung, umgangssprachlich formuliert. Mit „0,999…" ist die unendliche Folge der Partialsummen

$$(0{,}9; 0{,}99; 0{,}999; \ldots) \text{ der Reihe } \sum_{n=1}^{\infty} \frac{9}{10^n}$$

gemeint.

Man sieht, dass 0,999… keine rationale Zahl ist, sondern eine unendliche Folge von rationalen Zahlen. Schreibt man „0,999… = 1", so meint man, dass in der Konstruktion von $\mathbb{R}$ über rationale Folgen (0,9; 0,99; 0,999;…) die gleiche Klasse repräsentiert wie die Folge (1; 1; 1;…). Schon dies zeigt, dass es in der Aussage „0,999… = 1" gar nicht um eine wahre Aussage gehen *kann*. Sie handelt von einer unendlichen Folge, für die es keine Entsprechung in der Wirklichkeit gibt, und sie kann daher mit keiner Wirklichkeit übereinstimmen. D. Hilbert [6] sagte es so:

> das Unendliche findet sich nirgends realisiert; es ist weder in der Natur vorhanden, noch als Grundlage in unserem verstandesmäßigen Denken zulässig […].

Die Frage, wie man 0,999… = 1 in der 6. Klasse altersgerecht beweisen soll, ist eigentlich beantwortet. Man kann sie nicht beweisen, auch nicht altersgerecht. Es geht um Gegenstände, über die man nicht kindgerecht sprechen kann, da sie außerhalb des kindlichen Begriffsvermögens liegen. Man kann die Frage mit den Kindern, die potentielle Unendlichkeit denken, besprechen, aber nicht beantworten. Der „Beweis", der hier dennoch gewöhnlich gegeben wird, verläuft über die Annahme, dass die *potentiell* unendliche Folge 0,3; 0,33; 0,333;…, die aus der schrittweisen Division von 1 durch 3 gewonnen wird, gleich dem Bruch $\frac{1}{3}$ ist[1] – und daher $(0{,}9; 0{,}99; 0{,}999; \ldots) = 3 \cdot (0{,}3; 0{,}33; 0{,}333; \ldots) = 3 \cdot \frac{1}{3} = 1$ gilt. Nur setzt der „Beweis" quasi voraus, was er beweisen soll. In der Theorie der hyperreellen Zahlen repräsentiert die *aktual* unendliche Folge (0,3; 0,33; 0,333;…) eine Zahl, die kleiner ist als $\frac{1}{3}$.

Da die reellen Zahlen in der Lehre zwar axiomatisch eingeführt werden, aber konkurrenzlos sind, erscheinen sie manchmal wie reale Zahlen, und theoretische Aussagen über sie wie Tatsachen. Daraus kann dann die Idee entstehen, den kleinen Satz 0,999… = 1 Schülerinnen und Schülern als Tatsache zu vermitteln. Jeder weiß, wie schwer, ja unmöglich das ist. Woran liegt das?

Das Besondere in der Konstruktion der reellen Zahlen ist, dass eine Folge wie $1 - 0{,}999\ldots = (1; 1; 1; \ldots) - (0{,}9; 0{,}99; 0{,}999; \ldots) = (0{,}1; 0{,}01; 0{,}001; \ldots)$ die 0 repräsentiert – und daher „Nullfolge" heißt. In der Konstruktion von $\mathbb{R}$ wird nach dem Ideal der Nullfolgen faktorisiert, also von Folgen-Differenzen abstrahiert, die Nullfolgen sind. 1872, als die reellen Zahlen konstruiert wurden, wurden so die alten infinitesimalen Größen aus der Analysis entfernt. Heute sind sie wieder da – als infinitesimale *Zahlen*, die von Nullfolgen repräsentiert werden.

In der Theorie der hyperreellen Zahlen also repräsentiert die Differenzenfolge 1 – 0,999… nicht die 0, sondern eine infinitesimale Zahl. Warum eigentlich soll (0,1; 0,01; 0,001;…) die Null repräsentieren? Man „sieht" doch – und jede Schülerin und jeder Schüler sieht es –, dass

$$(0{,}1; 0{,}01; 0{,}001; \ldots) > (0; 0; 0; \ldots)$$

ist, da jedes Folgenglied der ersten Folge größer als das entsprechende Folgenglied der zweiten Folge ist. Das ist es, was die mathematische Einigung auf die „Tatsache 0,999… = 1" noch in der Oberstufe und selbst im Studium schwierig macht. Eine Gymnasiastin oder ein Gymnasiast drückte es so aus (s. [1]):

> Mathematisch ist $0{,}999\ldots = \frac{9}{9} = 1$. Da man aber unendlich viele 9er Stellen hintendran stellen kann, ist diese Zahl immer kleiner als 1.

Die Konstruktion der hyperreellen oder hyperrationalen Zahlen nimmt die Relation (0,1; 0,01; 0,001;…) > (0; 0; 0;…) auf und faktorisiert nach einem anderen Ideal als dem der Nullfolgen. Die Aussage „$0{,}999\ldots + \varepsilon = 1$" ist erfüllbar.

Der indirekte Standardbeweis über die *Annahme* $0{,}999\ldots + \varepsilon = 1$, der in dem Beitrag (S. 86) für die Oberstufe vorgeschlagen wird, funktioniert nur, wenn man zuvor die reellen Zahlen konstruiert oder axiomatisch vereinbart hat. *Vereinbaren*, nicht ex cathedra, sondern gemeinsam mit den Lernenden, ist das Erste, was im Unterricht zu tun ist. „Verstehen" ist dann etwas Neues, nämlich schlussfolgern innerhalb einer Theorie. „Verstehen" bedeutet nicht mehr „Erkennen" der Wahrheit einer Aussage, die sich auf eine Wirklichkeit bezieht, sondern „nur" die „Prüfung der Korrektheit" eines Satzes, die in der Ableitung aus den gesetzten Axiomen geschieht oder in der Rückführung in die Konstruktion, die letztlich wieder auf Axiomen der Mengenlehre fußt.

Zwischenbemerkung

Kann man im Unterricht die reellen Zahlen so einführen, dass die Theorie sichtbar wird? Diese Frage haben wir uns in einem kleinen, sehr konkreten Projekt gestellt, in dem es um den Einstieg in die Analysis mit infinitesimalen Zahlen geht [5]. Da alles auf den reellen Zahlen ruht, *mussten* wir sie stellen. Die Arithmetik der hyperreellen Zahlen führen wir dort gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern ein [5, Abschnitt 2.3]. Sie ist ein schönes Beispiel einer kleinen, selbstgemachten Theorie. Bleibt der – große, entscheidende – Schritt in die reellen Zahlen. Im diesem Jahr ist dazu eine Lehrerfortbildung geplant (ILF Mainz), deren Ankündigung so lautet:

> „$\sqrt{2}$ ist irrational", heißt es am Anfang der Einführung der reellen Zahlen. Aber was heißt das? „Irrational" heißt „nicht rational". Es gibt aber, wenn wir mit der Einführung beginnen, nur rationale Zahlen. Also heißt es am Anfang: „$\sqrt{2}$ ist keine Zahl". $\sqrt{2}$ ist ein Term ohne Bedeutung und in der Folge: Die Diagonale im Einheitsquadrat hat keine Maßzahl. – Kaum eine Einführung in die reellen Zahlen gesteht dies ein.

Ist die Mathematik am Ende?

Schock in der Mathewelt: Sichtbare Länge lässt sich nicht mit Zahlen beschreiben

WORMS (vfch). Der Frage nach dem Ende der Mathematik stellen sich zurzeit zahlreiche Experten des Clubs „Mathe-forever-8e".

Was ist geschehen?

Im *Einheitsquadrat* lässt sich die Diagonale d einzeichnen, die für jedermann sichtbar eine bestimmte Länge besitzt. Für diese Länge – die im Folgenden auch mit d bezeichnet werden soll - muss gelten: $d^2 = 2$. Eine grobe Messung von d ergibt 1,4; etwas genauer dann vielleicht 1,41.

Einige clevere Mitglieder des besagten mathematischen Clubs konnten durch geschicktes Vorgehen sogar noch weit mehr Nachkommastellen für die gesuchte Länge der Diagonalen identifizieren und durch beharrliches Suchen auch Brüche ausfindig machen, die quadriert ziemlich genau 2 ergeben.

Aber dann passierte das Unfassbare: Zwei alte – als Alpheios und Diokles bekannte – Griechen, die den Clubmitgliedern zunächst als brauchbare Helfer auf der Suche nach der Länge von d erschienen, führten diese Suche geradezu ad absurdum. Sie konnten der neueren Generation überzeugend vermitteln, dass sich die Länge d niemals (!) genau mit den vorhandenen Zahlen angeben lässt! Entweder sind die Zahlen quadriert kleiner als 2 oder sie sind größer als 2, aber niemals gleich 2, wie es im Falle der Maßzahl d sein müsste…

Das Entsetzen war allen Beteiligten deutlich ins Gesicht geschrieben.

Und es geht noch weiter mit den Überraschungen: Glaubt man Gerüchten im näheren Umfeld des Clubs „Mathe-forever-8e" so soll sich die Diagonale mit dem Zirkel auf die Zahlengerade drehen lassen, so dass sie dort auf einen Punkt trifft, der jedoch nicht mit den bekannten Zahlen beschrieben werden kann. Offenbar trifft die gedrehte Diagonale auf eine *Lücke* der Zahlengerade!

Das hat weitreichende Konsequenzen für das Verständnis der Zahlengerade: Jede Zahl - auch wenn sie noch so kompliziert ist, wie etwa 110/39 - lässt sich auf ihr durch einen Punkt darstellen, aber nicht jeder Punkt entspricht einer Zahl, wie man im Fall d sieht. Die Zahlengerade enthält Lücken (zumindest eine…), auch wenn zwischen zwei Zahlen immer noch mindestens eine gefunden werden kann.

Ein Clubmitglied fasst das kopfschüttelnd und nervlich sichtlich angespannt so zusammen: „All das erscheint mir sehr kompliziert und verwirrend: Man <u>sieht</u> die Diagonale d, man <u>sieht</u>, dass sie eine bestimmte Länge haben muss (!) – aber diese Länge lässt sich nicht durch eine Maßzahl angeben. Also ist sie nicht messbar…"

Entsetzen in Fachkreisen: Es scheint keine Zahl zu geben, die quadriert 2 ergibt. Foto: Groebe-press

Noch wolle man sich aber nicht endgültig damit abfinden, dass die Mathematik am Ende sei, wie die Pressesprecherin des Clubs mitteilte.

Sachdienliche Hinweise zum Auffinden einer geeigneten Zahl würden daher in der kommenden Woche noch in Raum 216 entgegengenommen.

Hahn/Fuhrmann, Eleonoren-Gymnasium Worms

Mathe-forever-8e

> Wie bekommt $\sqrt{2}$ Bedeutung? Wie rechnet man mit $\sqrt{2}$? Wie erfindet man die Zahl $\sqrt{2}$? Insgesamt: Wie macht man eine offene Einführung in die *Theorie* der reellen Zahlen – gemeinsam mit den Schülerinnen und Schülern und ohne die üblichen, zweifelhaften Kunstgriffe? Geht das überhaupt? Diese Fragen wollen wir diskutieren.

Ein erster Unterrichtsversuch ist abgeschlossen (Worms, Oktober/November 2021). Sein Start erregte öffentliches Aufsehen (siehe Abbildung).

Ein solches Ereignis haftet in der Erinnerung, und der Schritt in eine neue, ihre eigene „Mathe" wird Schülerinnen und Schülern immer präsent bleiben.[2] Als die Probleme mit $\sqrt{2}$ auch bei $\sqrt{3}$ und $\sqrt{5}$ auftraten, war der Kommentar einer Schülerin: „Ich glaube nicht mehr an die Zahlengerade".

Die algebraische Adjunktion von $\sqrt{2}$ an $\mathbb{Q}$ ist nicht schwierig. Warum wird das Rechnen mit den neuen Termen in $\mathbb{Q}(\sqrt{2})$ so selten Schritt für Schritt offiziell vereinbart? Das wäre ein kleiner erster theoretischer Schritt. Den weiten Weg der Konstruktion, zumal in einer achten oder neunten Klasse, wird man nicht vollständig gehen können. Aber die Idee der Erfindung, der „Erschaffung" (Dedekind [4]) der reellen Zahlen soll entstehen. Die Beobachtung Dedekindscher Schnitte, zu denen man die Zahlen „erschafft", scheinen uns für den Unterricht geeignet zu sein. Die Idee der Vollständigkeit drücken die Schnitte schon aus, ihre Formulierung über Folgen und Suprema kommt später.

Grundsätzliche Bemerkungen

Alles ist heute mengentheoretisch. Wir denken in Mengen. Mengenlehre ist die universelle Grundlage des mathematischen Denkens. Gerade sie ist Theorie. Ihre Axiome sind gesetzt, so, wie man sie braucht. An erster Stelle steht das Unendlichkeitsaxiom, das die Mathematik aus der Wirklichkeit heraushebt – in eine reine und „höhere" Welt. Die Begriffe und Sätze der Theorien in dieser Welt sind mengentheoretisch formuliert und logisch geordnet.

Weit über dem, was Schülerinnen und Schüler erfassen können, ist diese theoretische Mathematik angesiedelt. Es fällt ihnen schwer, ihre konkret, anschaulich und „verstandesmäßig" (Hilbert) gebildete Gedankenwelt in die infinite logisch-mengentheoretische Sprache der „höheren" Mathematik zu übersetzen. Es ist nicht einfach, Schülerinnen und Schüler in diese theoretische Mathematik einzuführen. Ich sehe dennoch die Notwendigkeit, erste Elemente der theoretischen Mathematik im Unterricht zu entwickeln.

An erster Stelle steht die Theorie der reellen Zahlen. Ich habe unser Projekt kurz vorgestellt. Wir wollen den Schritt in die Theorie erlebbar machen und das Theoretische gerade nicht verheimlichen, wie man es verbreitet tut. Man greift gewöhnlich zu Kunstgriffen, für die die *Zahlengerade* entscheidend ist (vgl. [2]). Sie tut so, als wenn die reellen Zahlen schon da wären, bevor man sie erfunden hat. Die reellen Zahlen sind nicht *die* Punkte auf der Geraden. $\mathbb{R}$ ist ein theoretisches Modell der Geraden – unter anderen.

Solange man es nicht unternimmt, mit den Schülerinnen und Schülern offen den Schritt in die Theorie zu gehen, wird es nicht gelingen, den Graben zwischen der mathematischen Lehre an der Universität und der Schulmathematik zu überbrücken. Jedem Versuch der Überbrückung fehlt dann die Grundlage. Das kleine Beispiel der Aussage „$0{,}999\ldots = 1$“ zeigt dies deutlich.

Meine Bemerkungen treffen das oben genannte Projekt am Rande – und sind doch zentral für das Bewusstsein, mit dem man Lehramtsaufgaben stellt. Lehramtsaufgaben können eine Grenze *nicht* überwinden: die Grenze zwischen – sagen wir es einfach – Theorie und Wirklichkeit. Direkt betroffen von meinen Hinweisen sind Aufgaben wie die, die hier als Beispiel dient, also solche Aufgaben, die den Zahlbegriff der reellen Zahl tangieren oder Grenzprozesse reflektieren – wie in der berühmten Geschichte von Achilles und der Schildkröte. Sie setzen voraus, dass im Unterricht der Schritt in die Theorie getan ist und Schülerinnen und Schüler Axiome wie das Vollständigkeitsaxiom oder Elemente der Konstruktion kennen.

Andere Aufgaben in der vorläufigen Sammlung von Lehramtsaufgaben, die die erste Autorin des Beitrages mir zur Verfügung stellte, sind entweder „Tatsachenaufgaben“ mit einer Anbindung an Wirklichkeit und Anschauung – hierher gehören auch zahlentheoretische Aufgaben wie die Aufgabe 5.4 L im Beitrag. Oder sie sind Aufgaben, in denen es sofort erkennbar um Modellierung in der Theorie der reellen Zahlen geht. Integral und Ableitung gehören hierher, die standard über Grenzprozesse und Suprema und Infima definiert sind. Auch hier ist das Bewusstsein wichtig, dass man keine Tatsachen schafft, sondern Sätze beweist. Unmittelbar klar ist das, wenn man weiß, dass die Sätze auf anderem theoretischem Fundament, nämlich nonstandard bewiesen werden können (siehe z. B. [5, Abschnitte 2.1 bis 2.3]). In [3, Kap. 2 und 12] werden die Elemente der Analysis nebeneinander, standard *und* nonstandard, entwickelt, kommentiert und verglichen. Nonstandard sehen das Fundament und die elementaren Begriffe anders aus – arithmetisch, anschaulich und frei von Grenzprozessen.

Anmerkungen

1. $0{,}3; 0{,}33; 0{,}333; \ldots = \frac{1}{3}$ ist eine besondere Art „Ungleichung“, da eine potentiell unendliche Folge gar kein greifbares mathematisches Objekt ist.
2. In der Rolle des Diokles Christine Hahn, Volkhardt Fuhrmann als Alpheios.

Literatur

[1] L. Bauer, Mathematik, Intuition, Formalisierung: Eine Untersuchung von Schülerinnen- und Schülervorstellungen zu $0{,}\overline{9}$. *J. für Mathematikdidaktik* **32** (2011), 79–102.

[2] T. Bedürftig, Über die Grundproblematik der Grenzwerte. *Mathematische Semesterberichte* **65/2** (2018), 277–298, DOI 10.1007/s00591-018-0220-0.

[3] T. Bedürftig, P. Baumann und V. Fuhrmann (Hrsg.), *Über die Elemente der Analysis – Standard und Nonstandard*. Heidelberg Berlin 2022 (erscheint im Mai).

[4] R. Dedekind, *Stetigkeit und irrationale Zahlen*. Braunschweig 1872.

[5] Handreichung (2021). *dx, dy – Einstieg in die Analysis mit infinitesimalen Zahlen*. Hrsg. P. Baumann, T. Bedürftig und V. Fuhrmann. Berlin, Hannover, Worms 2021. www.nichtstandard.de/pdf/Handreichung-2021.pdf.

[6] D. Hilbert, Über das Unendliche. *Math. Annalen* **95** (1925), 161–190.

[7] D. Laugwitz, *Zahlen und Kontinuum*. Mannheim, Wien, Zürich 1986.

[8] H. Salzmann, T. Grundhöfer, H. Hähl und R. Löwen, *The Classical Fields – Structural Features of the Real and Rational Numbers*. Cambridge University Press, Cambridge 2007.

[9] B-J. Weber, A. Dreher, A. Heinze und A. Lindmeier, Aufbau eines berufspezifischen Fachwissens für Lehramtsstudierende. Mitteilungen der DMV **29** (2021), 84–88.

Prof. Dr. Thomas Bedürftig
Leibniz Universität Hannover, Fakultät für Mathematik und Physik,
Institut für Didaktik der Mathematik und Physik,
Welfengarten 1, 30167 Hannover
beduerftig@idmp.uni-hannover.de

Studium der Mathematik und Philosophie in Münster, Wien und Tübingen, Assistentenzeiten in Tübingen und Paderborn, seit 1975 Lehrender in Hannover, 1991/92 Gast in Greifswald/Neubrandenburg. Nach der Pensionierung Autor (Philosophie der Mathematik, zur Geschichte der Mathematik, Elemente der Analysis), Fortbilder (dx, dy-Projekt) und Vortragender.

Mathe studiert – und dann?

Der Tübinger Max-Planck-Campus thront oben auf dem Berg inmitten des in den letzten Jahren entstandenen Cyber Valleys, Europas Silicon Valley in spe. Von den Dachterrassen aus sieht man bis zur Schwäbischen Alb. Sophia Jahns, die an der Universität Tübingen Mathematik studiert und ihre Promotion abgeschlossen hat, arbeitet seit Januar 2021 als Pressereferentin in der Kommunikationsabteilung der Max-Planck-Institute für Biologie bzw. für Biologische Kybernetik. Unser Gespräch – wir kennen uns von der Uni – führen wir aber nicht in ihrem Büro, sondern bei mir zu Hause.

Liebe Sophia, Du hast außer Mathematik auch Philosophie und Musikwissenschaft studiert, dann in Relativitätstheorie promoviert und anschließend einen Postdoc in der Mathematikdidaktik gemacht. Nun ist Deine Aufgabe, Forschungsthemen aus der Biologie verständlich zu kommunizieren. Gibt es da manchmal Kommunikationsprobleme über die Fachgrenzen hinweg?

Klar, es gibt oft genug Kommunikationsprobleme. Wenn bei mir ein Paper auf dem Tisch landet, über das ich eine Pressemitteilung schreiben soll, dann weiß ich manchmal erst nicht, wo oben und wo unten ist. Das ist nicht in der Sprache geschrieben, die ich spreche. Aber das ist auch das Spannende daran. Ich verbringe immer noch sehr viel Zeit mit Nachschlagen, und die Forschenden an unseren Instituten sind sehr hilfreich und erklären mir ihre Forschung. Aber ja, es ist definitiv eine Herausforderung, ständig zwischen den verschiedenen Welten und ihren jeweiligen Sprachen zu wechseln.

Welche Pressemitteilung hat Dich besonders fasziniert oder ist Dir besonders im Gedächtnis geblieben?

Das ist eine schwierige Wahl! Unsere Kommunikationsabteilung ist für zwei Institute zuständig, dadurch haben wir eine enorme Bandbreite abzudecken. Ich finde es einerseits total spannend, in Felder reinzugucken, die sehr weit weg von meiner eigenen fachlichen Ausbildung sind, also eher in die biologische Richtung gehen. Und andererseits bin ich auch immer begeistert davon, wenn ein eher mathematisches Paper aus der Kybernetik um die Ecke kommt. Ich gebe mal für den ersten Fall ein Beispiel aus den letzten Tagen, nämlich zu Braunalgen und ihren Sexualsystemen. Braunalgen sind ziemlich faszinierende Lebewesen, weder Tiere noch Pflanzen und enorm vielfältig in Gestalt und Lebensweise. Forschende aus unserem Institut haben nun untersucht, wie gewisse Braunalgen-Arten von einem Sexualsystem mit männlichen und weiblichen Algen zu einem Sexualsystem nur mit Hermaphroditen, also nur einem Geschlecht, übergegangen sind. Für mich war das ein Einblick in eine wirklich beeindruckende Welt, mit der ich sonst wenig Berührungspunkte habe.

Inwiefern hilft Dir für Deine Arbeit die Mathematik? Oder ein bisschen enger gefasst: Ist es für Deine jetzige Tätigkeit hilfreich, dass Du promoviert hast?

Ja, ich würde sagen auf drei verschiedenen Ebenen. Bei den mathematischen Papers hilft mir natürlich mein Hintergrund, sonst hätte ich wenige Chancen, so ein Paper auch nur halbwegs zu verstehen. Auf der anderen Seite ist es gut, überhaupt zu wissen, wie Wissenschaft funktioniert, den Publikationsprozess zu kennen und wie man wissenschaftlich arbeitet. Selbst wenn es in der Mathematik nochmal anders ist als in den empirischen Wissenschaften, gibt es natürlich gewisse Parallelen. Am meisten hilft aber, dass man nach einer Promotion in Mathe eine gewisse Unerschrockenheit entwickelt hat. Wenn man mit sehr schwierigen Inhalten konfrontiert wird, dann weiß man: Damit komme ich schon irgendwie klar. Ich weiß, wie ich mich da einarbeiten muss und was ich nachschlagen muss. Ich weiß vielleicht auch einfach, wo ich meine Wissenslücke akzeptieren muss, und ich habe auch ausreichend Frustrationstoleranz …

… die berühmt-berüchtigte …

… um mich lang genug in ein hartes Thema einzuarbeiten.

Was sind, außer Pressemitteilungen zu schreiben, weitere typische Tätigkeiten aus Deinem Arbeitsalltag?

Ich bin in vieles involviert, das mit externer Kommunikation zu tun hat. Zum Beispiel machen wir ab und zu kleine Videos im Haus. In dem Zusammenhang musste ich erstmal lernen, selbst mit einer Videokamera umzugehen, das Licht zu setzen, den Videoschnitt zu machen und so weiter. Jetzt haben wir gerade angefangen, eine Podcast-Reihe zu produzieren, die aber noch in den Kinderschuhen steckt. Letzte Woche habe ich das erste Interview dafür geführt, und wir hoffen, dass wir bald mit ein paar Folgen an den Start gehen können. Das erfordert natürlich Einarbeitung ins Thema Podcast und in die jeweiligen wissenschaftlichen Inhalte. Man bekommt dabei wirklich tolle Einblicke in die Forschung!

In der Abteilung Kommunikation gibt es natürlich noch andere Aufgabenbereiche. Ein großes Feld sind zum Beispiel Soziale Medien. Eine Kollegin kümmert sich hauptsächlich darum und ist darin sehr erfahren. Aber natürlich vertritt man sich mal gegenseitig, oder ich sage ihr, ich hätte da was für einen Tweet. Eine andere Kollegin ist für Events und interne Kommunikation verantwortlich, und wenn ein großes Event ansteht, dann unterstütze ich

DOI 10.1515/dmvm-2022-0043

Sophia Jahns

sie in der Organisation. Insgesamt habe ich eine schöne Balance zwischen Teamarbeit und Arbeit allein.

Welche Zielgruppen sprecht ihr denn an?

Das ist total unterschiedlich. Zum Beispiel machen wir demnächst beim Girls'Day mit, dem bundesweiten Orientierungstag für Mädchen; da sprechen wir eine Zielgruppe ab Klasse neun an. Idealerweise sind sie schon ein bisschen wissenschaftsinteressiert, oder wir können sie dafür begeistern. Andere Angebote richten sich an potenzielle Doktoranden, die sich für das Institut interessieren und genauer wissen wollen, woran und mit welchen Methoden geforscht wird, wie das mit der Finanzierung ist und so weiter. Wieder andere Angebote richten sich an eine ganz breite Öffentlichkeit: Im Sommer beteiligen wir uns zum Beispiel an den Science & Innovation Days der Uni – ein großes Event, das sich an Familien und überhaupt alle Interessierten wendet, mit Vorträgen, interaktiven Aktionen und so weiter.

Was sind die Hintergründe der anderen Mitglieder in der Kommunikationsabteilung? Als Mathematikerin bist Du dort wahrscheinlich eher die Exotin, oder?

Die Kolleginnen und Kollegen sind in der Tat näher an den Lebenswissenschaften dran, da findet man etwa Chemie, Biologie, Ernährungsmedizin. Natürlich haben wir auch Leute im Team, die etwas spezialisierter auf bestimmte Tätigkeiten sind, zum Beispiel auf Web-Design.

Das heißt, für die Arbeit in einer Kommunikationsabteilung ist ein Abschluss in Kommunikationswissenschaften nicht unbedingt der Normalfall?

Zumindest bei uns im Team ist es gerade nicht der Fall. Allerdings habe ich das Gefühl, dass ein Masterstudium von irgendetwas mit Kommunikation in dem Bereich immer üblicher wird.

Du hast schon in der Mathematik viel in Richtung Wissenschaftskommunikation gemacht, zum Beispiel für die Schnappschüsse moderner Mathematik aus Oberwolfach, für das Wissenschaftskommunikationsprojekt IMAGINARY oder als Dozentin bei der Kinderuni. In der Mathematik ist es ja so, dass ich von Deiner Doktorarbeit vermutlich wenig verstehen würde …

… und ich von Deiner genauso wenig …

… weil wir in unterschiedlichen Gebieten promoviert haben. Wie schlägt man unter diesen Umständen die Brücke zu einem komplett fachfremden Publikum? Mathematik ist sicher eine besondere Herausforderung für die Wissenschaftskommunikation!

Ja. Als Relativitätstheoretikerin habe ich es natürlich ein bisschen einfacher. Jeder hat zumindest eine Vorstellung davon, was Licht ist, jeder hat schon mal von schwarzen Löchern gehört, von Gravitation, von der Krümmung der Raumzeit und so weiter. Das sind Themen, die viele Leute faszinieren und sofort gewisse Vorstellungen hervorrufen. Die Vorstellungen sind manchmal vielleicht schief, aber man spricht nicht so in den luftleeren Raum, wie wenn man etwa versucht, abstrakte Algebra zu erklären. Aber natürlich ist Mathematikkommunikation eine schwierige Aufgabe, und die kann man auf unterschiedliche Weise lösen, etwa indem man eine abstrakte Idee nur an einem Beispiel erklärt. Wichtig ist dabei, ehrlich zu sein und deutlich zu machen, wo man die Mathematik vereinfacht oder reduziert. Dann reicht es manchmal, statt über Mannigfaltigkeiten nur über einen Globus und einen Donut zu reden. Und damit sind wir schon beim anderen Punkt. Der Donut ist ein realweltliches Objekt. Ideal ist, wenn man eine Verbindung zu der Welt herstellen kann, in der die Menschen sich tatsächlich bewegen. Mathe hat ja Gründe, warum sie entstanden ist; die meiste Mathe ist irgendwie in der Realität verankert. Aber natürlich gelingt der Bezug zur Welt nicht bei allen Themen gleich gut.

Wobei andererseits das Faszinierende an Mathematik, finde ich, ja gerade ihre Losgelöstheit sein kann. Die Schönheit der Mathematik entsteht auch dadurch, dass sie so ein kristallines System für sich ist. Ideal wäre vielleicht, auch von dieser Atmosphäre etwas rüberbringen zu können.

Ja, da stimme ich Dir schon zu. Ich finde es wunderbar, wenn beides gelingt: Wenn man jemanden von einem realweltlichen Problem abholen kann und dann zeigt, wie eine abstrakte Struktur dabei hilft, es zu verstehen und zu lösen. Idealerweise wird dabei sogar deutlich, wie schön die abstrakte Struktur ist und dass es interessant ist, Fragen über sie zu stellen. Nehmen wir ein klassisches Beispiel: Mein Onkel hat mir ein Bild geschenkt; ich finde es furchtbar, aber muss es natürlich trotzdem aufhängen. Mein Onkel ist außerdem ein sehr sparsamer Mann und wenn er zwei Nägel sieht, wo nur einer benötigt wird, zieht er einen Nagel heraus. Also will ich das Bild mit einer Schnur an zwei Nägeln so aufhängen, dass es herunterfällt, wenn mein Onkel einen Nagel herauszieht –

und zwar egal welchen. Als jemand, der in Mathematik erfahren ist, sieht man dahinter natürlich sofort Fundamentalgruppen und schreibt einfach eine Lösung auf.

Also, wenn die letzte Vorlesung in Algebraischer Topologie nicht zu lang her ist.

Stimmt, aber nach ein paar Zeichnungen erinnert man sich wahrscheinlich doch. Jemand, der keinerlei Berührung mit Fundamentalgruppen oder überhaupt abstrakter Mathematik hatte, kann da lange am Rätseln sein. Genau das ergibt einen tollen Aha-Effekt: die Erfahrung, dass man das Problem mit Hilfe von Abstraktion und sogar für n Nägel lösen kann. So etwas finde ich ein Beispiel von gelungener Mathematikkommunikation. Natürlich lässt man dabei wichtige Schritte aus; durch das Rätsel erfährt man ja nicht wirklich, was eine Fundamentalgruppe ist und hat nie etwas von Äquivalenzklassen von Wegen gehört.

Aber man bekommt so ein Gefühl dafür.

Ja, und mehr noch als das: Der Wert der Abstraktion an sich wird deutlich, weil die Abstraktion gebraucht wurde, um das Problem zu lösen.

Ein tolles Beispiel! Ich kannte es noch nicht. Lass uns mal ein paar Jahre in der Zeit zurückgehen. Du hast ursprünglich ein Studium in Musikwissenschaft und Philosophie angefangen und auch abgeschlossen. Wie kam es, dass aus Dir schließlich doch eine Mathematikerin geworden ist?

Erstmal sah es gar nicht danach aus. In der Schule habe ich Mathematik lange gehasst, weil ich nicht rechnen konnte. Dann wollte ich in der achten oder neunten Klasse unbedingt wissen, was Ableitungen sind, und habe angefangen, die Mathebücher der Mittel- und Oberstufe zu lesen – und habe sie vielleicht zu einem Zehntel verstanden, wenn man sehr großzügig sein will. Danach fand ich Mathe langweilig – ich war naiverweise überzeugt, ich hätte Mathe nun im Wesentlichen verstanden. Im Studium habe ich dann Freunde kennengelernt, die Mathe studiert und mir begeistert von Ringen und Körpern erzählt haben und diese schönen Beweise aus dem ersten Semester zu Abzählbarkeit von $\mathbb{Q}$ und Überabzählbarkeit von $\mathbb{R}$ gezeigt haben. Da habe ich gemerkt, dass Mathe eigentlich gar nicht das ist, was ich aus der Schule kannte, und fand sie ziemlich faszinierend. Ich habe mich schließlich einfach mal in Analysis 2 reingesetzt ohne Kenntnisse der Analysis 1.

Das klingt nach einem Sprung ins kalte Wasser!

Ich hatte Glück, die Vorlesung war relativ verständlich gehalten. Ich hatte Hilfe von Freunden und natürlich überhaupt keinen Druck, bestehen zu müssen. Mein Plan war ja auch gar nicht, Mathe zu studieren – ich habe mir das nur mal angeguckt. Dann war ich aber angefixt und saß ein Semester später in der Linearen Algebra 1 und Analysis 1. Und schließlich dachte ich: Jetzt schreibe ich mich doch ein.

Du hast dann Mathe, Philosophie und Musikwissenschaften parallel studiert.

Ja, das ging. Damals gab es keinen großen Druck, wie viele Scheine man machen muss, und ich habe mir natürlich auch mehr Zeit genommen, als man es normalerweise für ein einzelnes Studium tut.

Ein relevanter Aspekt Deiner aktuellen Tätigkeit ist das Schreiben. Würdest Du sagen, Deine Fähigkeit zu schreiben hast Du Deinem geisteswissenschaftlichen Studium zu verdanken?

Zum Teil bestimmt. Schreiben lernt man natürlich ganz gut in den Geisteswissenschaften, insofern hatte ich eine gewisse Basis, wenn auch Schreiben über Mathematik und Naturwissenschaften nochmal etwas ganz anderes als geisteswissenschaftliches Schreiben ist. Viel habe ich auch durch meine Arbeit als Editorin für die ‚Snapshots of Modern Mathematics' gelernt. In dem Snapshot-Projekt werden Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Workshops des Mathematischen Forschungsinstituts Oberwolfach gebeten, über ihre aktuelle Forschung zu schreiben. Das Editing-Team nimmt sich der Texte an und versucht, sie für eine breite Öffentlichkeit noch leichter zugänglich zu machen: etwa durch zusätzliche Beispiele, Umstrukturierungen des Texts oder auch Kürzungen beziehungsweise Ergänzungen. Wenn der Text inhaltlich schon feststeht, kann man dem „Wie" mehr Aufmerksamkeit widmen: Was ist an dem Text schon gut? Wie kann man ihn noch attraktiver und verständlicher gestalten? Dabei habe ich viel über gutes Schreiben gelernt. Zu diesem Projekt kam ich über meine Doktormutter Carla Cederbaum, auch von ihr habe ich viel über Kommunikation komplexer Inhalte gelernt.

Bei ihr hast Du an der Uni Tübingen im Bereich der Relativitätstheorie promoviert. Wann kam Dir eigentlich die Idee, die Mathematik sogar noch weiter zu vertiefen und zu promovieren?

Das weiß ich gar nicht. Nachdem ich Philosophie und Musikwissenschaft abgeschlossen hatte, war ich mit Mathe noch nicht fertig und wollte dort auf jeden Fall auch den Abschluss machen. Und danach saß sozusagen schon im Mathezug und wollte noch nicht aussteigen.

Wie führte nach der Promotion Dein Weg in die Didaktik, wo Du einen Postdoc gemacht hast?

Ich denke, ein Faktor war meine Doktormutter, die großes Interesse an Didaktik hat, obwohl sie selbst Fachmathematikerin ist. Meine Bürokollegin hat bei ihr zu einem didaktischen Thema promoviert, dadurch habe ich immer wieder Einblicke über den Zaun hinweg bekommen. Nebenher habe ich selbst unterrichtet und dabei eine gewisse Faszination dafür entwickelt, welche Verständnisschwierigkeiten es beim Unterrichten von Hochschulmathematik gibt, vor allem bei Studierenden, die am Anfang ihres Studiums stehen. Schließlich hatte ich auch einfach Glück, dass gerade in den letzten Monaten meiner Promotion eine Didaktikstelle ausgeschrieben war, weil ein Professor für Mathematikdidaktik neu an unser Institut gekommen war.

Was nimmst Du denn als Highlights von Deiner Zeit an der Uni mit?

Ein Highlight waren die Workshops für Schülerinnen und Schüler, die ich für IMAGINARY im Ausland gegeben habe. Weil sie es mir ermöglicht haben, ganz nah an andere Kulturen ranzukommen. Mit dreißig usbekischen Kindern und Jugendlichen von zwölf bis sechzehn Jahren eine Woche zu verbringen und mit ihnen über Wissenschaft zu reden – da bekommt man ganz andere Einblicke, als wenn man in einem Land nur Urlaub verbringt, zum Beispiel in das Schulsystem. Die Kinder und Jugendlichen in den verschiedenen Ländern haben sehr unterschiedlich auf die freieren Lernformen reagiert, mit denen wir sie konfrontiert haben.

Wo waren Unterschiede zu der gleichen Altersgruppe hierzulande?

Über deutsche Schülerinnen und Schüler kann ich nicht viel sagen. In Usbekistan ist mir zum Beispiel aufgefallen, dass die Jugendlichen in der Schule offenbar recht viel auswendig lernen und Eigeninitiative und Kreativität schulisch keinen großen Stellenwert zu haben scheinen. Manche Teilnehmenden haben sich davon überfordert gefühlt, sich selbst etwas ausdenken oder eine Fragestellung überlegen zu sollen. Das habe ich zum Beispiel in Vietnam ganz anders erlebt; da sind die Teilnehmenden sehr unbefangen an offene Aufgaben herangegangen. Ich möchte aber nicht zu sehr generalisieren, schließlich sind meine Erfahrungen auf wenige Personen begrenzt und subjektiv.

Wie wurdest Du dann auf Deine jetzige Stelle am MPI aufmerksam?

Da ich nicht ewig an der Uni bleiben konnte und wollte, habe ich mich schon während meiner Promotions- und Postdocphase in Richtung Wissenschaftskommunikation orientiert. Ein Beruf, der mit Kommunikation zu tun hat, aber nah an aktueller Forschung ist, das war mein Traum. Aber mit noch etwa einem Jahr Vertrag an der Uni im Rücken hatte ich es noch nicht eilig damit. Dann hat mir der erste Corona-Lockdown einen Schubs gegeben: Es war absolut nicht schön, im Lockdown Didaktik zu betreiben. Ich habe großen Respekt vor den Leuten, die die Herausforderungen der Onlinelehre begeistert angenommen haben, aber ich persönlich fand den fehlenden direkten Kontakt mit den Studierenden sehr frustrierend. So habe ich eines Nachmittags spontan aus Frustration heraus online nach Stellenausschreibungen geguckt und tatsächlich die perfekte Stellenanzeige gesehen: Pressereferentin an einem der Tübinger MPIs. Ich dachte mir: Das wär's doch!

Das klingt nach einem echten Glücksfall! Denkst Du, es war für Deine Bewerbung ein Vorteil, dass Du Mathematikerin bist?

Es ist schwer zu sagen, was im Bewerbungsprozess den Ausschlag gegeben hat. Ich glaube schon, dass manche der in den Bewerbungsprozess involvierten Personen skeptisch waren, jemanden ohne naturwissenschaftlichen Hintergrund einzustellen. Aber anderen war vermutlich Vielseitigkeit für die Stelle wichtiger, und die hatte ich zu bieten. Und Mathematikerin zu sein, zeigt natürlich, dass man sich durchbeißen und an einer Sache dranbleiben kann.

Was schwebt Dir für Deinen weiteren Weg vor? Kannst Du da schon irgendetwas sagen?

Momentan bin ich sehr glücklich da, wo ich bin, und möchte so schnell nicht weg. Wenn es mir doch irgendwann langweilig wird, dann brauche ich vielleicht ein Institut mit anderen wissenschaftlichen Inhalten. Aber ich will auf jeden Fall bei etwas bleiben, das so nah an der Forschung dran ist.

Hast Du rückblickend noch einen Rat für Dein Erstsemester-Ich?

Meinem Mathe-Erstsemester-Ich möchte ich raten, mehr mit anderen zusammenzuarbeiten. Ich habe mich zu viel allein durchgebissen. Dadurch, dass ich Quereinsteigerin war, kannte ich meine Kommilitoninnen und Kommilitonen kaum und dachte, man muss alles allein schaffen. Da würde ich meinem Erstsemester-Ich raten: Lass mal gut sein, lern Leute kennen und mach das Übungsblatt zusammen mit ihnen. Und häng Dich nicht an jeder Kleinigkeit auf, die Du nicht verstehst, sondern sag auch mal: Okay, das Detail hier verstehe ich zwar nicht, aber ich mache trotzdem mal weiter und verstehe es später. Etwas weniger Hartnäckigkeit und mehr Lockerheit hätten mir gutgetan.

Vielen Dank für das Gespräch!

Das Gespräch führte Kari Küster.
kari.kuester@sunbird.tv

Foto: Berthold Steinhilber/MPI für Biologie

Kari Küster promovierte in Mathematik an der Universität Tübingen.
Sie arbeitet bei Sunbird Images an der Schnittstelle von KI und Natur und lebt in Köln.

Ein großer blinder Fleck

Rebecca Waldecker

Rebecca Waldecker schreibt seit 2019 einen Blog unter dem Namen „Wortspielfläche“. Dort reflektiert sie über Aspekte ihres Leben als Mathematikprofessorin und ihre Arbeit an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Heute dürfen wir den Beitrag, der im Blog am 30.11.2021 veröffentlicht wurde, übernehmen.

Eigentlich wollte ich diesen Beitrag mit einem Zitat aus dem Duden beginnen. Ich wollte wissen, wie da „Bestenauslese“ definiert wird. Lustigerweise kennt der Duden das Wort aber nicht, sondern schlägt mir stattdessen „Beerenauslese“ vor. Auch gut. Dann frage ich halt das digitale Wörterbuch der deutschen Sprache. Dort heißt es „Verwendung im Plural ungebräuchlich“ und weiterhin:

> (Grundsatz der) Auswahl der Besten aus einer Bewerbergruppe nach bestimmten Kriterien, vor allem im beruflichen Bereich nach Eignung, Befähigung und fachlicher Leistung.

Ja, das passt dazu, wie das Wort oft verwendet wird, denn es liest sich so, als könne man aus einer Menge von Bewerbungen die objektiv am besten geeigneten auswählen. Innerhalb eines gewissen Rahmens geht das sogar, jedenfalls wenn es harte Kriterien gibt wie einen bestimmten Schulabschluss oder eine abgeschlossene Berufsausbildung. Altersgrenzen können hart sein, Sprachkenntnisse, die mit einem Test nachgeprüft werden, das Vorliegen eines Führerscheins, solche Dinge. Ok, in diesem Rahmen komme ich mit dem Wort Bestenauslese klar. Es gibt harte Kriterien, man erfüllt die oder eben nicht, und dann wird ausgewählt, welche Bewerbungen übrigbleiben. Die sind dann von den eingegangenen Bewerbungen am besten geeignet, weil zumindest alle harten Kriterien erfüllt wurden. Überall dort, wo etwas quantitativ erfasst werden kann und wo es auch tatsächlich Vergleichbarkeit gibt (etwa einschlägige Berufserfahrung in Vollzeit), finde ich das Prinzip vertretbar. Und ich habe auch schon Situationen erlebt, wo man am Ende drei Bewerbungen nebeneinander legt und ganz klar sieht, dass eine davon deutlich besser passt als die anderen beiden. Alles in Ordnung.

Schwierig wird es dann, wenn man es schon eingegrenzt hat. Wann passiert es schon, dass eine Person bei allen relevanten Kriterien objektiv am besten dasteht? Normalerweise ist es doch ein „So, jetzt haben wir zehn Leute in der engeren Auswahl.“ und dann sind die Leute auf verschiedenen relevanten Gebieten unterschiedlich gut, so dass man abwägen muss. Plötzlich ist es nicht mehr so objektiv. Und bei zehn Leuten könnte man sich die Unterlagen noch sehr genau anschauen, man könnte alle zehn persönlich kennenlernen und sich viel Zeit für eine gute Entscheidung nehmen. Bei 50 oder 100 sieht das anders aus. Was macht man, wenn 100 die ersten Hürden schaffen und man nicht nach eindeutigen objektiven Kriterien vergleichen kann? Dann geht es häufig los mit Kennzahlen und Scheinobjektivität. Scheinvergleichbarkeit.

Die Wahrheit ist oft, dass sehr viele von diesen 100 gleich gut geeignet wären, mit unterschiedlichen Stärken und Schwächen, und dass bei der weiteren Auswahl sehr viel Zufall eine Rolle spielt. Das wird dann hinterher gern nachrationalisiert, man hat natürlich soundso entschieden, weil dasunddas ganz klar absehbar war. Dass das meistens gut ausgeht, liegt daran, dass nach dem ersten Aussieben die Qualität so hoch ist, dass es sehr unwahrscheinlich ist, dass die ausgewählte Person gar nicht passt oder plötzlich doch inkompetent ist.

Viel spannender finde ich jedoch, was drumherum passiert. Auf dem Weg in die Spitzengruppe, in die man nach objektiven Kriterien gehört, passiert nämlich schon sehr viel, was nichts mit Leistungsbereitschaft, Talent oder Fleiß zu tun hat. Interessanterweise spielen in der weichen Phase der Auswahl ähnliche Aspekte eine große Rolle, aber es wird meistens nicht thematisiert, und viele von uns nehmen es gar nicht wahr.

Dieser gesamte Auswahlprozess hat viele blinde Flecken. Oder anders gesagt: Um überhaupt in den Auswahltopf zu kommen, muss man vorher schon sehr viele Privilegien genossen haben, die längst nicht alle Menschen haben. Es ist also gut möglich, dass im „Bestenauslese“-Topf ganz viele gar nicht vorkommen, die es aber verdient hätten. Ein Problem dabei ist, dass wir unser Urteil oft aufgrund von Leistungen fällen, die in einem relativ kleinen Zeitfenster erbracht wurden. Zum Beispiel die Zeit während der Promotion und noch ein paar Jahre danach. Bei einer so kurzen Zeitspanne spielen die Lebensumstände eine wichtige Rolle, wen man so kennt, gute Startchancen aufgrund eines guten familiären Hintergrunds, Glück oder Pech bei Themen, bei Vortragsmöglichkeiten, bei Begutachtungen.

Unter Umständen geht also sehr viel Potential verloren, weil in den entscheidenden Jahren die Lebensumstände eben nicht so sind, dass die volle Leistungsfähigkeit zum Tragen kommt. Eine Sensibilisierung dafür könnte uns auch dabei helfen, in der weichen Auswahlphase aufmerksamer für Kleinigkeiten zu sein, und gleichzeitig transparenter bei der Frage, worauf wir eigentlich Wert legen. Momentan sehe ich da viel „mehr vom Gleichen“ und ein Weitertragen von Narrativen, bei denen auch der eigene Werdegang im Rückblick glorifiziert wird. Dabei ist es zur Ergänzung eines vorhandenen Teams oft viel sinnvoller, Menschen mit einem anderen Werdegang,

DOI 10.1515/dmvm-2022-0044


Foto: Gudrun Thäter

„Wählen Sie bitte den objektiv besten aus."

einem anderen familiären Hintergrund oder auch einem anderen Bildungsweg auszuwählen, denn sonst bekommt man nur immer mehr von der gleichen Perspektive. Wie lernt man denn dann Neues?

Mir scheint es purer Zufall zu sein, ob Abweichungen von einer gewissen Norm als positiv oder negativ gewertet werden. Ein unbeholfenes Sozialverhalten hat nichts mit wissenschaftlicher Eignung zu tun, aber es reicht, wenn ein, zwei Leute in einer Auswahlkommission das unangenehm finden und Wert auf glatte Umgangsformen legen (und es oft genug und laut genug sagen), damit die Stimmung kippt und man nicht weiter berücksichtigt wird. Gibt es in der Forschung einen Mainstream? Wer beurteilt, ob es gut ist, dem zu folgen, oder ob man lieber etwas frischen Wind haben möchte? Wer entscheidet, ob man ein kritischer Geist ist oder eine Querulantin? Sind die innovativen Lehrmethoden ein guter neuer Impuls oder lehnen das Leute ab, weil „wir das ja hier so noch nie gemacht haben"?

Der blinde Fleck greift bei der eigenen Privilegierung und bei der Beurteilung derjenigen Personen, die wir am Ende für am besten geeignet halten. Das Aufwachsen auf dem Land, vielleicht noch mit wenig Geld, kann schon reichen als Grund dafür, gewisse Möglichkeiten und Angebote nicht zu haben, vielleicht gar nicht erst den Sprung auf ein Gymnasium zu schaffen. Ein starker Dialekt im Elternhaus kann dazu führen, dass man für dumm gehalten oder nicht ernst genommen wird, wenn man sich mündlich äußert. Eine eingeschränkte Mobilität, eventuell unsichtbar oder zumindest nicht als körperliche Behinderung wahrnehmbar, kann schon reichen, damit alles etwas langsamer geht, man nicht so gesund und sportlich wirkt wie die Konkurrenz. Ein zurückhaltendes Wesen kann missverstanden werden, so als hätte man nichts zu sagen, keine Ambitionen, wolle sich nicht einbringen. Ob Unordentlichkeit und Unpünktlichkeit als Ausschlusskriterium eingeschätzt werden oder ob es dann heißt „Ist halt ein Genie!", ist Glückssache. Die Ratschläge, die man bekommt beim Coaching zum „Vorsingen", sind in dieser Hinsicht oft widersprüchlich. Ist ja auch klar, denn die Erwartungen sind widersprüchlich!

Auf dem langen Weg hin zu einem Studienabschluss, einer Promotion, eventuell noch einer erfolgreichen PostDoc-Phase, spielt so viel mehr eine Rolle als wissenschaftliche Eignung! Klugheit, Fleiß, Zielstrebigkeit, Kreativität allein machen es nicht, es stimmt einfach nicht, dass es alle schaffen können, wenn sie nur Talent haben und sich anstrengen. Nicht mal bis in den Pool derer, aus denen dann die Besten ausgewählt werden, schafft man es damit. Natürlich spielt Glück eine Rolle. Timing. Das Elternhaus. Die Schule. Geld.

Vielleicht bleibt es einfach so, dass auf dem Weg in den Pool für die Bestenauslese schon ganz viel Potential verloren geht. Vielleicht haben wir nicht genug gute Ideen, um da etwas zu verändern. Aber dann sollten wir wenigstens ehrlich sein und mal auf die blinden Flecken in unserem eigenen Erfolgsnarrativ schauen, und wir sollten mit mehr Sensibilität und Ehrlichkeit argumentieren, wenn wir im kleinen Pool der am besten geeigneten Personen angekommen sind und es wirklich nicht mehr um objektive Kriterien geht. Statt „best fit" plädiere ich für Mut und „best add".

Prof. Dr. Rebecca Waldecker
Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Institut für Mathematik, 16199 Halle (Saale)
rebecca.waldecker@mathematik.uni-halle.de
blogs.urz.uni-halle.de/waldecker/

Rebecca Waldecker (www2.mathematik.uni-halle.de/waldecker/index.html) ist in der Nähe von Kiel aufgewachsen, hat in Kiel Mathematik studiert und ist seit 2015 Professorin für Algebra in Halle (Saale). Sie interessiert sich für endliche Gruppen und dort besonders für die Bandbreite lokaler Techniken, für historische Aspekte sowie für anwendungsbezogene Fragen. Seit vielen Jahren bietet sie Studien- und Berufsberatung an, organisiert für ihre Studierenden Workshops zu verschiedenen Themen und engagiert sich für den wissenschaftlichen Nachwuchs.

Werkstatt Mathematikunterricht Aufgaben im Dialog I

Brigitte Lutz-Westphal und Patrick Kolb

Eine Aufgabe macht noch keinen Unterricht. Es kommt ganz darauf an, was die Lehrperson mit einer Aufgabenidee anfängt. Unsere Mathematikaufgaben-Dialoge, als Briefwechsel geführt, zeigen, wie vielfältig und unterschiedlich über Aufgaben und deren Einsatz im Unterricht nachgedacht werden kann.

Lieber Patrick,
ich möchte gerne mit dir ins Gespräch über Mathematik-Aufgaben kommen.

Gestern (27. 4. 2022) war in Harenbergs Mathematik-Kalender 2022 (von Uta Deffke ausgestaltet) eine interessante Anregung:

Wie geht es weiter?

85 13 26 8 16

Ich habe schnell gesehen, dass abwechselnd die Quersumme gebildet und verdoppelt wird. Das war noch nicht so spannend.

Dann aber fing ich an, mich zu interessieren, wie die Zahlen weitergehen, wenn ich immer weiter mache. Wohin wird das wohl führen?

Daraus habe ich dann eine Kinderseite gestaltet (in diesem Heft auf S. 152 zu finden). Aus der geschlossenen Aufgabe, das (oder ein) Bildungsgesetz für die Zahlenfolge zu finden, habe ich eine kleine Forschungsaufgabe für Schüler*innen gemacht. Es ist spannend zu sehen, wie sich bei unterschiedlichsten Anfangszahlen das Ganze dann doch immer wieder in der gleichen Schleife verfängt. Daher dann die Variation an anderer Stelle: statt verdoppeln vielleicht verdreifachen? Statt Quersumme die doppelte Quersumme? Was passiert? Bildet sich wieder eine Endlosschleife? Was genau muss ich eigentlich tun, um aus diesem Schleifenproblem herauszukommen?

Was mir daran gefällt, ist, dass wir hier mit natürlichen Zahlen umgehen und nur ganz einfache Rechnungen ausführen, aber dennoch an mathematischen Phänomenen forschen können. Die Schüler*innen können eigene Ideen einbringen und selber Beobachtungen anstellen, eigene Fragen dazu finden und nach weiteren Beispielen suchen. Das ist wirklich forschendes Lernen.

Was kommt dir in den Sinn, wenn du die ursprüngliche Aufgabe siehst? Welche Unterrichtsideen hast du dazu?

Herzliche Grüße,
Brigitte

Liebe Brigitte
Das Konzept der Folge finde ich schön und es bietet, wie du in deinen Fragen ansprichst, Potenzial zur Variation.

Die Folge habe ich gleich in eine Prüfung zu Folgen als Aufgabe mit erweiterten Anforderungen aufgenommen. Leider war kein Kind erfolgreich, obwohl wir die Fibonacci-Folge, die Dreieckszahlen und die Quadratzahlen im Unterricht untersucht haben. Oder vielleicht gerade darum? Die Bildung der genannten Folgen können alle mit Hilfe der Differenz zwischen zwei benachbarten Zahlen ergründet werden. Und bei dieser Folge geht das eben nicht.

Im Lehrerkommentar des *Schweizer Zahlenbuchs* 5 steht zu den Folgen: Folgen sind geeignet, mathematische Denkprozesse exemplarisch aufzuzeigen und transparaent zu machen. Die Schülerinnen und Schüler lesen Folgen, erkennen und interpretieren Muster und Strukturen. Sie bilden Thesen und Vermutungen über die Gesetzmässigkeit des Zustandekommens, begründen, überprüfen, verwerfen, vergewissern sich (*Schweizer Zahlenbuch* 5, Begleitband, Lernumgebung 39, Klett und Balmer, 2017).

Ich merke gerade, dass sich unter dieser Sicht die Folge nicht als Prüfungsaufgabe eignet, da nicht ausreichend Zeit zur Auseinandersetzung vorhanden ist. Wohl aber passt sie gut in den Unterricht. Sobald wir das Konzept der Folge erkannt haben, können wir Variationen einfliessen lassen. Ich hätte noch eine andere Anregung zur Variation: Mit welcher zweistelligen Startzahl lässt sich die längste Folge bilden, bevor sie sich in der Endlosschleife verfängt?

Für unseren Austausch in dieser Sache habe ich mich noch gefragt, ob wir gleich auf diese Folge stürzen möchten oder ob wir grundsätzlich über Folgen Gedanken austauschen möchten. Mir sind auch die „unmöglichen“ Folgen eingefallen, bei denen ich mich frage, ob sie überhaupt in ein Schulbuch gehören: $3, 6, 9, 2, \ldots$

Dies ist mein Start in unser Experiment. Ich freue mich auf die Fortsetzung.

Herzliche Grüsse
Patrick

Lieber Patrick,
ich finde es sehr interessant, dass deine Schüler:innen im Moment der Prüfung den Kopf nicht frei hatten und es zeigt wieder einmal, dass eine „gute“ Aufgabe nicht in jedem Verwendungskontext gut oder passend sein muss. Umgekehrt sehe ich auch oft, dass eine „schlechte“

DOI 10.1515/dmvm-2022-0045

Aufgabe zu etwas Anregendem und Passenden gemacht werden kann. Das ist etwas, was wir immer wieder beachten müssen und weshalb ich es so wichtig finde, niemals ohne den unterrichtlichen Kontext über Aufgaben zu diskutieren.

Deine Aufgabenvariation mit dem Auftrag den längsten Weg bis zur beginnenden Endlosschleife zu finden, gefällt mir sehr gut. Ich frage mich dabei, ob wir es schulmathematisch schaffen können, solch ein Maximum zu bestimmen, oder ob wir es eine formale Stufe tiefer belassen müssen und nach einem „möglichst langen Weg“ bis zur Endlosschleife suchen lassen.

Wie viel wollen und können wir hier formal beweisen und wie stark betonen wir das Explorieren und Experimentieren? Das ist immer ein schmaler Grat und hängt auch von den unterrichtlichen Rahmenbedingungen ab. Im Mathe.Forscher-Projekt (www.matheforscher.de) haben wir eine von 5 Unterrichtsdimensionen „Mathematik sichtbar machen“ benannt. Dort geht es genau um diese Frage: Wie und in welchem Umfang können wir das, was wir gerade erforschen auch formalisieren und damit „sichtbar“ machen und nachhaltig(er) in das Könnensrepertoire verankern?

Hast du dazu Beispiele oder Gedanken aus deinem Unterricht?

Herzliche Grüße,
Brigitte

Prof. Dr. Brigitte Lutz-Westphal ist Professorin für Didaktik der Mathematik an der Freien Universität Berlin
brigitte.lutz-westphal@math.fu-berlin.de

Patrick Kolb ist Lehrer an den Schulen Cham (Schweiz)
patrick.kolb@schulen-cham.ch

Beide arbeiten im internationalen „Netzwerk Dialogisches Lernen“ intensiv zusammen.
www.dialogisches-lernen.org

Spaß an Mathematik fördern mit dem Lernspiel GANITA

Carla Cederbaum und Anja Fetzer

GANITA ist ein neues Mathematik-Brettspiel, bei dem Spieler*innenteams Aufgaben aus fünf verschiedenen Kategorien lösen müssen. Die Problemstellungen sind ganz unterschiedlich. So fordert die Kategorie „Mach dich verständlich“ beispielsweise, mathematische Begriffe pantomimisch darzustellen, während die Kategorie „Begreife die Welt“ Schätzfragen aus dem Alltag stellt. Dazu gehören ein Lexikon der im Spiel verwendeten mathematischen Begriffe und Personen und ein Begleitheft für Lehrkräfte.

GANITA steht seit 2019 über die Plattform IMAGINARY kostenlos zum Selbstausdrucken und -basteln zur Verfügung. Vor Kurzem wurde das Spiel von der Mathe im Leben gGmbH (mit Unterstützung durch das Berliner Exzellenzcluster MATH+) produziert und kann käuflich erworben oder gewonnen werden. Alle Einnahmen kommen dem Schüler*innenwettbewerb „Mathe im Advent“ zu Gute.

Aus vielen Gründen lohnt es sich, GANITA zu spielen. Das gilt im Mathematikunterricht genauso wie im

DOI 10.1515/dmvm-2022-0046

Freundeskreis und in der Familie. Zuallererst macht es Spaß. Darüber hinaus kann das Spiel mathematisches Wissen verfestigen und neue Erkenntnisse vermitteln. Es kann dazu anregen, sich mit mathematischen Inhalten zu beschäftigen. Die Spieler*innen müssen in Teams zusammenarbeiten, was kooperatives Lernen ermöglicht. Die Aufgaben können aufzeigen, wo Mathematik im Alltag oder auch in anderen Wissenschaften Eingang findet. Weiterhin kann GANITA durch die Aufgabenstellungen dabei helfen, mathematische Fähigkeiten als etwas Veränderbares wahrzunehmen, ein realistischeres Bild mathematischen Arbeitens zu erhalten und somit lernförderliche mathematische Überzeugungen zu stärken. Auch die physische Aktivierung soll beim Lernen unterstützen.

Weitere Informationen hierzu finden sich im GANITA-Begleitheft für Lehrkräfte sowie in den unten genannten Publikationen der Autorinnen.

Erste Erfahrungen in Fortbildungen zeigen, dass GANITA in der Ausbildung von Lehrkräften einen Platz verdient. Durch die Diskussion zwischen den Schüler*innen in einem Team müssen diese Gedanken verbalisieren, die sie sonst möglicherweise für sich behalten würden; so wird es angehenden Lehrkräften ermöglicht, unmittelbare Einblicke in das Denken der Schüler*innen zu erhalten und deren Kreativität und logisches Denken, aber auch mögliche Denkfehler kennenzulernen und zu adressieren.

Die in GANITA angesprochenen Themen orientieren sich am Bildungsplan Baden-Württemberg (2016) für die 5. und 6. Klasse des Gymnasiums, gehen aber auch über die Schulmathematik hinaus. Wir sind sehr interessiert daran, das Themenspektrum und die Zielgruppe von GANITA auf andere Schulstufen und -formen, aber auch auf das Studium zu erweitern und würden uns dabei über Unterstützung freuen.

Carla Cederbaum und Anja Fetzer, Spielerisch lernen mit GANITA. In *Interesse für Mathematik wecken – Talente fördern – Vielfältige Angebote für Schülerinnen und Schüler*. Hrsg. Stephanie Schiemann. Springer Nature (in Vorbereitung).

Anja Fetzer und Carla Cederbaum, Ganita – ein Lernspiel für den Mathematikunterricht. *Beiträge zum Mathematikunterricht*, 2019, S. 1346.

Prof. Dr. Carla Cederbaum
Fachbereich Mathematik, Universität Tübingen,
Auf der Morgenstelle 10, 72076 Tübingen
cederbaum@math.uni-tuebingen.de

Anita Fetzer
Fachbereich Mathematik, Universität Tübingen,
Auf der Morgenstelle 10, 72076 Tübingen
fetzer@math.uni-tuebingen.de

ganita@math.uni-tuebingen.de

GANITA wurde von Carla Cederbaum gemeinsam mit Anja Fetzer am Fachbereich Mathematik der Universität Tübingen entwickelt. Weitere beteiligte Personen waren: Dr. Elke Müller (Spielentwicklung und -testung und Aufgabenstellung), Lea Lange (Aufgabenerstellung), Stephanie Schiemann (Spieltestung), Olivia Viánek Martínez (Online-Version) und Michael Féaux (Design). Anja Fetzer hat für ihre Beteiligung an der Spielentwicklung eine Auszeichnung als Mathemacherin des Monats von der DMV erhalten. Carla Cederbaum erhielt den Tübinger Preis für Wissenschaftskommunikation des Jahres 2022.

Bezug des Spiels
www.imaginary.org/de/hands-on/ganita
www.mathe-im-leben.de/ganita

(Fotos: Christoph Eyrich)

Erhöhung der DMV-Mitgliedsbeiträge

Etienne Emmrich, Schatzmeister der DMV

In Vorbereitung auf die diesjährige DMV-Jahrestagung in Berlin wird ein Vorschlag zur Erhöhung der DMV-Mitgliedsbeiträge vorgestellt, der auf der Mitgliederversammlung in Berlin zur Diskussion und Abstimmung gestellt werden soll. Die Beitragserhöhung soll zum 1. Januar 2023 wirksam werden. Das Präsidium der DMV hat in seiner Sitzung am 12. Februar 2022 eine entsprechende Vorlage einstimmig angenommen und empfiehlt die Beitragserhöhung. Die Erhöhung der Beiträge soll die Vielzahl der Aktivitäten und Initiativen der DMV auch für die nächsten Jahre absichern.

1 Vorbemerkungen

Die DMV positioniert sich mit ihren Aktivitäten und Initiativen sowohl national als auch international erfolgreich als Fachgesellschaft zur Vertretung der Interessen der Mathematik. Zu den Aktivitäten gehören insbesondere der Webauftritt unter www.mathematik.de, die Herausgabe der Mitteilungen und des Jahresberichts, die DMV-Studierendenkonferenz, die Gauß-Vorlesungen, die Emmy-Noether-Vorlesungen auf den Jahrestagungen der DMV sowie Preise wie die Cantor- und Minkowski-Medaille, der Gauß-Preis, der Medien-, Journalisten- und Cartoon-Preis, der Ars-legendi-Fakultätenpreis Mathematik und Naturwissenschaften.

Viele der Aktivitäten und Initiativen werden vom Netzwerkbüro Schule-Hochschule und vom Medienbüro betreut. Diese beiden Büros konnten als gemeinsame Projekte mit der FU Berlin etabliert werden. Die FU Berlin stellt nicht nur Räume und Ausstattung zur Verfügung, sondern auch eine volle Stelle für Medien- und Öffentlichkeitsarbeit. Das Netzwerkbüro Schule-Hochschule koordiniert mit einer von der DMV finanzierten halben Stelle neben zahlreichen kleineren Aktivitäten insbesondere den Abiturpreis.

Auf Beschluss des Präsidiums wurde zudem befristet für zunächst ein Jahr die Stelle einer Referentin für strategische Maßnahmen eingerichtet und jüngst um weitere fünf Monate verlängert, wovon vier Monate aus einer Spende finanziert werden können.

Das gesamte Management des Vereins insbesondere der Mitgliederverwaltung sowie des Rechnungs- und Haushaltswesens liegt bei der DMV-Geschäftsstelle, die dauerhaft mit einer Stelle ausgestattet ist.

Das Präsidium der DMV hat in seiner Sitzung am 12. Februar 2022 den Kassenbericht für das Jahr 2021 zustimmend zur Kenntnis genommen und ausgehend von einer Analyse der Ausgaben in den letzten Jahren eine Finanzplanung für das Jahr 2022 sowie eine langfristige Finanzplanung und Prognose bis 2027 beschlossen. Davon ausgehend hat das Präsidium eine Beitragserhöhung zum 1. Januar 2023 empfohlen. Die Beiträge wurden zuletzt zum 1. Januar 2016 erhöht.

Mit der vorgeschlagenen Beitragserhöhung soll die Arbeit der DMV in den kommenden Jahren finanziell abgesichert werden.

2 Entwicklung der Beiträge. Derzeitige Beitragsstruktur und Höhe der Beiträge

Der reguläre Beitrag für persönliche Mitglieder betrug von 2009 bis 2013 jährlich 75 €, von 2014 bis 2015 jährlich 90 € und seit 2016 jährlich 105 €.

Seit der letzten Beitragserhöhung zum 1. Januar 2016 zahlen persönliche Mitglieder folgenden Jahresbeitrag:

Reguläre Mitgliedschaft (ab Vollendung des 30. Lebensjahres)	105 €
Reguläre Mitgliedschaft für Mitglieder unter 30 Jahre	50 €
Mitgliedschaft bei Reziprozitätsabkommen mit ausländischen Fachgesellschaften	70 €
Doppelmitgliedschaft (DPG, GDM, GI, GOR, MNU, MUED)	90 €
Ehepaare und eingetragene Lebenspartnerschaften	150 €
Senior_innen	70 €
Studierende (in einem Diplom-, Master- oder Bachelorstudiengang, ohne Zeitschrift)	20 €
Sonderbeitrag (bei geringem Einkommen)	30 €

Institutionelle Mitglieder zahlen derzeit 750 €, gemeinnützige oder öffentliche Einrichtungen 210 €.

Im Jahresbeitrag sind 10 € für den Bezug der DMV-Mitteilungen und derzeit 28 € für den Bezug einer Zeitschrift (Jahresbericht, Mathematische Semesterberichte, Journal für Mathematik-Didaktik) enthalten. Die Vereinbarung mit de Gruyter hinsichtlich der DMV-Mitteilungen konnte jüngst fortgeschrieben werden. Da die DMV den Bezug einer der Zeitschriften durch jedes der Mitglieder (bis auf Studierende) garantiert, konnte mit dem Springer-Verlag ein konstanter Preis von 28 € für die Jahre 2019 bis 2022 und von 30 € für die darauffolgenden vier Jahre vereinbart werden.

DOI 10.1515/dmvm-2022-0047

3 Regelmäßige Einnahmen und Ausgaben

Schaut man sich die Entwicklung der Einnahmen über die letzten Jahre an, so können die *regelmäßigen Einnahmen* unter Berücksichtigung der derzeitigen Beitragshöhe und der derzeitigen Zahl von Mitgliedern wie folgt prognostiziert werden (alle Beträge gerundet und über die Jahre 2023 bis 2027 gemittelt):

Mitgliedsbeiträge (einschl. Kostenersatz von Gymnasien für zusätzliche Abiturpreise, ohne Anteil für DMV-Mitteilungen und Zeitschriften)	174.500 €
Mitgliedsbeiträge, Anteil für DMV-Mitteilungen (einschl. USt.)	41.500 €
Mitgliedsbeiträge, Anteil für Zeitschriften (einschl. USt.)	95.000 €
Sonstige Einnahmen (Werbung, Kostenersatz von GDM und ÖMG für DMV-Mitteilungen, Verwaltungspauschale und Zuschüsse von anderen Fachgesellschaften, Zuschuss der DFG zum IMU-Beitrag, Spenden, Zinsen)	37.500 €
Summe	348.500 €

Hierin ist die vom Präsidium am 12. Februar 2022 beschlossene Erhöhung des Kostenbeitrags für zusätzliche Abiturpreise ab Januar 2023 bereits berücksichtigt.

Die *regelmäßigen Ausgaben* können für die kommenden Jahre wie folgt prognostiziert werden (alle Beträge gerundet und über die Jahre 2023 bis 2027 gemittelt):

Personalkosten (eine Stelle EG 12 Geschäftsstelle nebst Sozialabgaben des Arbeitgebers; Honorare, Werkverträge und Ehrenamtspauschalen)	102.000 €
Organisatorische Kosten und Geschäftsführung	27.500 €
Versicherungen, Steuern, Steuerberater, Notar	7.000 €
Beiträge für die Mitgliedschaft in anderen Fachgesellschaften, Vereinen usf.	24.000 €
Bewirtung, Empfänge, Präsente, Werbung	9.000 €
Gauß-Vorlesung, Studierendenkonferenz, Mathematikschulen, Industrietag	16.500 €
Preise (einschl. Buch Abiturpreis)	12.000 €
Medien- und Netzwerkbüro (einschl. halbe Stelle EG 9b zunächst befristet bis 2027 nebst Sozialabgaben des Arbeitgebers; Medien-, Journalisten- und Cartoonpreis)	58.500 €
Documenta mathematica	14.500 €
DMV-Mitteilungen	42.000 €
Zeitschriften (Jahresbericht, Mathematische Semesterberichte, Journal für Mathematik-Didaktik, ohne Doppelbezug)	97.000 €
Summe	410.000 €

Bei den Personalkosten wurden die für die Haushaltsplanung im öffentlichen Dienst anzusetzenden Durchschnittskosten, Tarifsteigerungen und der Stufenaufstieg berücksichtigt. Neu hinzugekommen sind u. a. Ausgaben für die Herausgabe und den Verlag der Documenta mathematica.

Für die kommenden Jahre ergibt sich damit ein *strukturelles Defizit* von rund 61.500 € jährlich.

4 Rücklage. Einmalige Ausgaben und Defizit 2022

In den letzten Jahren kamen gelegentlich weitere Einnahmen insbesondere durch Spenden, Sponsoring und Zuwendungen von Stiftungen oder der öffentlichen Hand hinzu. Diese nicht regelmäßigen Einnahmen können jedoch nicht vorhergesehen und daher bei der Finanzplanung zur Absicherung der regelmäßigen Aufgaben nicht herangezogen werden. Schon die obigen Zusammenstellungen der Einnahmen und Ausgaben sind naturgemäß mit Unwägbarkeiten belastet.

Aufgrund zusätzlicher Einnahmen sowie aufgrund einer strikten Haushaltsdisziplin und nicht erfolgter Ausgaben waren die Jahresabschlüsse in den letzten Jahren in der Regel positiv, so dass die DMV mit Stand vom 31. Dezember 2021 über eine *Rücklage* in Höhe von rund 309.600 € verfügt. Hinzu kommt eine weitere Rücklage in Höhe von rund 68.900 €, zweckgebunden für den Gauß-Preis.

Für das Jahr 2022 ist ein Defizit in Höhe von 34.700 € prognostiziert. In seiner Sitzung am 12. Februar 2022 hat das Präsidium im Rahmen der Finanzplanung außerdem zusätzliche einmalige Ausgaben für das Jahr 2022 in Höhe von insgesamt 73.200 € und für die Jahre 2023 und 2024 in Höhe von 4.600 € bewilligt. Hierin enthalten sind insbesondere das Arbeitgeberbrutto für fünf Monate für die Stelle der Referentin für strategische Maßnahmen, die Umstellung und Neuprogrammierung der Mitgliederverwaltung einschließlich der Schnittstellen zur Webseite, der Transfer der Documenta mathematica zu einem neuen Verlag, die Herstellung eines Imagefilms und einer Posterbeilage, eine Veranstaltung mit der französischen Botschaft, Sachpreise für einen Mathematikwettbewerb der Mathe im Leben GmbH sowie die Digitalisierung alter Jahrgänge der Mitteilungen.

Es ist daher von einer Reduktion der Rücklage von 309.600 € um 112.500 € auf 197.100 € auszugehen. Erfreulich ist, dass die DMV mit einem Vermächtnis eines Förderers der Mathematik rechnen darf, dessen Höhe zum jetzigen Zeitpunkt zwar noch nicht verlässlich angegeben werden kann, das aber wohl 80.000 € nicht unterschreiten wird.

5 Künftige Beitragsstruktur und Prognose

Das Präsidium der DMV schlägt vor, den Jahresbeitrag für persönliche und institutionelle Mitglieder mit Wirkung vom 1. Januar 2023 wie folgt festzusetzen:

Reguläre Mitgliedschaft (ab Vollendung des 30. Lebensjahres)	120 €
Reguläre Mitgliedschaft für Mitglieder unter 30 Jahre	60 €
Mitgliedschaft bei Reziprozitätsabkommen mit ausländischen Fachgesellschaften	80 €
Doppelmitgliedschaft (DPG, GDM, GI, GOR, MNU, MUED)	100 €
Ehepaare und eingetragene Lebenspartnerschaften	170 €
Senior_innen	80 €
Studierende (in einem Diplom-, Master- oder Bachelorstudiengang, ohne Zeitschrift)	20 €
Sonderbeitrag (bei geringem Einkommen)	30 €
Gemeinnützige oder öffentliche Einrichtungen	250 €
Sonstige institutionelle Mitglieder	900 €

Der Beitrag für Studierende und der Sonderbeitrag bei geringem Einkommen sollen nicht erhöht werden. Nach der derzeitigen Mitgliederstatistik ist davon auszugehen, dass die Beitragserhöhung zu einer durchschnittlichen *Erhöhung der regelmäßigen Einnahmen* um rund 40.500 € jährlich führt, denn mit obigem Vorschlag würden die Mitgliedsbeiträge (ohne Anteile für DMV-Mitteilungen und Zeitschriften) auf 215.000 € steigen. Damit kann das strukturelle Haushaltsdefizit in den kommenden Jahren zwar nicht vollständig, aber zu einem erheblichen Teil aufgefangen werden. Das verbleibende Defizit von rund 21.000 € jährlich kann jedenfalls in den kommenden Jahren teils durch Minderausgaben im Haushaltsvollzug und teils durch die Rücklage aufgefangen werden.

Nach alledem bittet das Präsidium der DMV die Mitgliederversammlung um Zustimmung zur Beitragserhöhung

Prof. Dr. Etienne Emmrich
Technische Universität Berlin, Institut für Mathematik,
Straße des 17. Juni 136, 10623 Berlin
emmrich@math.tu-berlin.de

Mitgliederversammlung der DMV 2022

Die Mitgliederversammlung der DMV findet während der Jahrestagung im September in Berlin statt. Wenn Sie Tagesordnungspunkte vorschlagen möchten, reichen Sie diese bitte bis zum **21. 7. 2022** bei der Geschäftsstelle der DMV ein.

Daniel Grieser
(Schriftführer der DMV)

DOI 10.1515/dmvm-2022-0048

INFORMATIONEN

Die Informationen in den folgenden Rubriken beruhen auf Meldungen der mathematischen Institute/Fachbereiche.

NEUE MITGLIEDER

[Nur in der Druckausgabe]

TODESFÄLLE

Herr Prof. em. Dr. Gerhard **Goos** (Karlsruhe) ist am 20. 4. 2020 verstorben.

Herr Prof. em. Dr. Manfred **Leppig** (Münster) ist am 3. 11. 2020 verstorben.

Herr Prof. Dr. Werner **Simon** (Köln) ist am 31. 3. 2021 verstorben.

Herr Prof. i. R. Dr. Hans-Jürgen **Engelbert** (Cospeda) ist am 23. 5. 2021 verstorben.

Herr Prof. em. Dr. Christian **Blatter** (Greifensee) ist am 31. 5. 2021 verstorben.

Herr Werner **Böddeker** (Castrop-Rauxel) ist am 20. 6. 1921 verstorben.

Herr Prof. em. Dr. Helmut **Karzel** (Weßling) ist am 22. 6. 2021 verstorben.

Herr Prof. em. Dr. Friedhelm **Erwe** (Aachen) ist am 1. 7. 2021 verstorben.

Herr Prof. em. Dr. Dieter **Pumplün** (Hamm) ist am 20. 7. 2021 verstorben.

Herr Prof. em. Dr. Günther **Trautmann** (Kaiserslautern) ist am 11. 8. 2021 verstorben.

Herr Prof. em. Dr. Gerald **Heuer** (Moorhead) ist am 14. 9. 2021 verstorben.

Herr Prof. em. Dr. Artur **Bergmann** (Düsseldorf) ist am 22. 12. 2021 verstorben.

Herr Prof. em. Dr. Armin **Leutbecher** (Fürstenfeldbruck) ist am 21. 1. 2022 verstorben.

Herr Prof. em. Dr. Günter **Tamme** (Bad Abbach) ist am 1. 3. 2022 verstorben.

Herr Prof. em. Dr. Helmut **Salzmann** (Tübingen) ist am 8. 3. 2022 verstorben.

Herr Prof. em. Dr. Eduard **Wirsing** (Köln) ist am 22. 3. 2022 verstorben.

Herr Prof. em. Dr. Karlheinz **Spallek** (Bochum) ist am 27. 3. 2022 verstorben.

Herr Prof. em. Dr. Rolf **Walter** (Seligenstadt) ist am 1. 4. 2022 verstorben.

Herr Harald **Gercken** (Berlin) ist am 22. 4. 2022 verstorben.

BERUFUNGEN/ERNENNUNGEN

Prof. Dr. Jochen **Blath**, Goethe-Universität Frankfurt, W3 erhalten

HABILITATIONEN

Müller, Matthias (Jena): *Lehren und Lernen mit digitalen Mathematikwerkzeugen unter Berücksichtigung von institutionellen, individuellen und sprachlich-kulturellen Bezügen der instrumentalen Genese.* Fothe, Lindmeier, Weigand, Heinrich, 20.04.2022

PROMOTIONEN

Technische Universität Chemnitz

Schmischke, Michael: *Interpretable approximation of high-dimensional data based on the ANOVA decomposition.* Gnewuch, Potts, Steinwart 11. Mai 2022.

Goethe-Universität Frankfurt

Zuffetti, Riccardo: *Cones of special cycles and unfolding of the Kudla-Milson lift.* Möller, Bruinier 15.03.2022.

Molitor, Alexander : *Arbitrage theory in models with transaction costs beyond efficient friction.* Kühn, Czichowsky 14.03.2022.

Feulefack, Pierre Aime: *Spectracal characteristics of Dirichlet problems for nonlocal operators.* Weth, Fall 21.04.2022.

Djitte, Sidy Moctar: *Fractional Hadamard formulas, Pohozaev type identities and application.* Weth, Fall 27.04.2022.

Temgoua, Remi Yvant: *Nonlocal equations with fractional order dependence.* Weth, Fall 22.04.2022.

Roth, Daniel: *Monte Carlo methods: Barrier option pricing with stable Greeks and multilevel Monte Carlo learning.* Gerstner, von Harrach 06.05.2022.

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Zeinhofer, Marius: *Analyzing and optimizing bone scaffolds.* Dondl, Rumpf 28.03.2022.

Stuber-Rousselle, Brendan: *Tree-forcings and regularity properties of the real line.* Mildenberger, Löwe 28.03.2022.

Universität Hamburg

Dorschky, Ines: *Balancing-based structure preserving model order reduction of second order systems.* Reis/Breiten 20.08.2021.

Ruprecht-Karls-Universität Heidelberg

Schlöder, Matthias: *Numerical methods for optimal control of contrained biomechanical multi-body systems appearing in therapy design of Cerbal Palsy.* Kostina 23.02.2022.

Rabel, Martin: *Homotopically stratified cobordism theories.* Banagl 21.02.2022.

Technische Universität Kaiserslautern

Jahnke, Jonathan: *Efficient numerical simulation of soil-tool interaction.* Simeon, Eberhard 18.03.2022.

DOI 10.1515/dmvm-2022-0049

Call for Session Proposals
29th Nordic Congress of Mathematicians with the EMS

Celebrating the 150 years of the Danish Mathematical Society, the 29th Nordic Congress of Mathematicians with the EMS will take place in Aalborg in the North of Jutland (Denmark) in the week 3–7 July 2023. It will be co-organised with the European Mathematical Society.

The congress will take place in a hybrid format, with participation both in person and online.

The main events of the congress are nine plenary lectures addressed to all participants and 15–20 parallel sessions focusing on a particular topic or area in mathematics, including probability theory and statistics, and the history of mathematics. A typical session will include presentations and discussions on two afternoons.

We hereby invite proposals for sessions. A successful proposal should be organised by a group of 2–4 mathematicians, preferably with one member coming from a Nordic country and one member coming from a non-Nordic European country.

The following points should be addressed in a proposal:
– Session title
– List of organisers with affiliation, e-mail address and information on how the organisers plan to participate; in person (preferred) or online
– A brief description of the (fairly broad) session topic or area
– A short list of potential contributors to the session

The congress has no funds for financing sessions but will provide logistic support, including enabling the hybrid format.

Proposals should be submitted to the chair of the Scientific Committee, Arne Jensen, matarne@math.aau.dk.

Deadline: 1 September 2022.

Shortly after the deadline the Scientific Committee will select up to 20 proposals for sessions at the congress.

The Scientific Committee has been appointed by the Nordic Mathematical Societies and by the European Mathematical Society. It consists of: Arne Jensen (Aalborg U; chair), Jana Björn (Linköping U), Martin Bridson (U Oxford), Rosa Donat (Basque C Appl. Math.), Tuomo Kuusi (U Helsinki), Eva Miranda (UP Catalunya & CRM Barcelona), Rögnvaldur Möller (U Iceland), and Volodya Roubtsov (U Angers).

ncm29.math.aau.dk

Laudagé, Christian: *Good deal bounds for option prices under VaR and ES constraints, MAI and SUBMA risk measures.* Saß, Koch Medina 28.03.2022.

Sanon, Sogo Pierre: *Endomorphism rings of ordinary Abelian varieties.* Fieker, Scheidler 31.03.2022.

Buch, Robert: *Analytical description of variational autoencoders and application of temporal variational autoencoders to financial risk management.* Korn, Müller 13.04.2022.

Tübingen

Sessler, Julien Ricardo: *Zetafunktionen von Graphen und Bruhat-Tits-Gebäuden.* Deitmar, Batyrev 25.06.2021.

Küster, Kari Valentina: *Toplogical dynamics via structured Koopman subsystems.* Nagel, Loose, Eisner 24.09.2021.

Mukkamala, Mahesh Chandra: *Bregman proximal minimization algorithms, analysis and applications.* Ochs, Chouzenoux, Luke 16.11.2021.

Barbarion, Robin: *Diffusion of regular domains in Riemannian manifolds.* Huisken, Kröncke 17.12.2021.

Universität Trier

Sokolowski, Jan: *Hybrid modelling of dynamical systems in mechanics.* Schulz, Marheineke 31.03.2022.

Luft, Daniel : *Pre-shape calculus, a unified framework for mesh quality and shape optimization.* Schulz, Hintermüller 11.05.2022.

Moreira Costa, Carina: *Computational techniques for minimum sum-of-squares clustering, cardinality-constrained optimization, and robust clustering problems.* Schmidt, Burgard, Aloise 25.05.2022.

Köln

Charton, Isabelle: *Tall and monotone complexity one spaces of dimension six.* Sabatini, Marinescu 21.10.2021.

Fischer, Greta: *Algorithmic symplectic packing* . Jünger, Geiges 12.04.2021.

Gruner, Kevin Tim: *The Dressing method: Application to selected integrable models.* Kunze, Marinescu 16.02.2021.

Males, Joshua: *Modular forms: Constructions and applications.* Bringmann, Zwegers 05.05.2021.

Valentin Maximilian, Rappel: *The path model and Bott-Samelson manifolds in the context of loop groups.* Littelmann, Fourier 26.01.2021.

Schmitz, Lars: *The front of the randomized Fisher-KPP equation and the parabolic Anderson model.* Drewitz, Mörters 21.04.2021.

Inka, Schnieders: *Positivity and regularity of solutions to higher order Dirichlet problems on smooth domains.* Sweers, apl. Horstmann 12.01.2021.

Winkler, Jonas: *Klassifikation von Anforderungen und Informationen zur Unterstützung von Klassifikationsproozessen.* Vogelsang, Schneider 23.04.2021.

Knepper, Jascha : *Adaptive coarse spaces for the overlapping Schwarz method and multiscale elliptic problems.* Klawonn, Sarkis 23.03.2022.

Creutz, Paul: *On the Plateau problem in metric spaces.* Lytchak, Lang 28.01.2022.

Weber, Janine: *Efficient and robust FETI-DP and BDDC methods – Approximative coarse spaces and deep learning-based adaptive coarse spaces.* Klawonn, Rheinbach 17.01.2022.

DMV-Ansprechpartner/innen vor Ort

- *RWTH Aachen:* Gabriele Nebe
- *U van Amsterdam:* Benedikt Löwe
- *U Augsburg:* Bernhard Hanke
- *U Bamberg:* Anna-Susanne Steinweg
- *U Bayreuth:* Michael Stoll
- *FU Berlin:* Christian Haase
- *HU Berlin:* Jürg Kramer
- *TU Berlin:* Martin Skutella
- *WIAS Berlin:* Wolfgang König
- *FH Bielefeld:* Claudia Cottin
- *U Bielefeld:* Michael Röckner
- *Hochschule Bochum:* Thomas Skill
- *Ruhr-U Bochum:* Peter Eichelsbacher
- *U Bonn:* Daniel Huybrechts
- *TU Braunschweig:* Volker Bach
- *Jacobs U Bremen:* Marcel Oliver
- *U Bremen:* Anke Pohl
- *TU Chemnitz:* Christoph Helmberg
- *BTU Cottbus:* Friedrich Sauvigny
- *Hochschule Darmstadt:* Andreas Fischer
- *TU Darmstadt:* Stefan Ulbrich
- *TU Dortmund:* Ben Schweizer
- *TU Dresden:* Andreas Thom
- *U Düsseldorf:* Kai Köhler
- *U Duisburg-Essen*, *Campus Essen:* Rüdiger Schultz
- *Katholische U Eichstätt-Ingolstadt:* Thilo Kuessner
- *U Erlangen-Nürnberg:* Günter Leugering
- *U Flensburg:* Hinrich Lorenzen
- *U Frankfurt:* Thorsten Theobald
- *TU Bergakademie Freiberg:* Michael Eiermann
- *U Freiburg:* Sebastian Goette
- *U Gießen:* Thomas Bartsch
- *U Göttingen:* Thomas Schick
- *U Greifswald:* Konrad Waldorf
- *FernUni Hagen:* Winfried Hochstättler
- *U Halle-Wittenberg:* Rebecca Waldecker
- *TU Hamburg-Harburg:* Wolfgang Mackens
- *U Hamburg:* Benedikt Löwe
- *U Heidelberg:* Gebhard Böckle
- *U Hildesheim:* Jürgen W. Sander
- *U Hohenheim:* Georg Zimmermann
- *TU Ilmenau:* Carsten Trunk
- *U Jena:* Tobias Oertel-Jäger
- *TU Kaiserslautern:* Max Horn
- *KIT Karlsruhe:* Michael Plum
- *U Kassel:* Elfriede Friedmann
- *U Kiel:* Hannes Thiel
- *U zu Köln:* Peter Littelmann
- *U Koblenz-Landau (Campus Landau):* Peter Ullrich
- *U Konstanz:* Oliver Schnürer
- *Hochschule Landshut:* Konstantin Ziegler
- *MPI MIS Leipzig:* Jörg Lehnert
- *U Leipzig:* Hans-Bert Rademacher
- *U zu Lübeck:* Jürgen Prestin
- *Leuphana U Lüneburg:* Silke Ruwisch
- *U Magdeburg:* Volker Kaibel
- *U Mainz:* Martin Hanke-Bourgeois
- *U Mannheim:* Leif Döring
- *U Marburg:* Volkmar Welker
- *U München:* Helmut Schwichtenberg
- *TU München:* Peter Gritzmann
- *U der Bundeswehr München:* Cornelius Greither
- *U Münster:* Michael Joachim
- *HS Neubrandenburg:* Gerd Teschke
- *U Oldenburg:* Daniel Grieser
- *U Osnabrück:* Holger Brenner
- *U Passau:* Brigitte Forster-Heinlein
- *U Potsdam:* Christian Bär
- *U Regensburg:* Guido Kings
- *U Rostock:* Roger Labahn
- *U Siegen:* Thorsten Raasch
- *Hochschule für Technik (HFT) Stuttgart:* Peter Hauber
- *U Stuttgart:* Timo Weidl
- *U Trier:* Jochen Wengenroth
- *U Tübingen:* Carla Cederbaum
- *Technische Hochschule Ulm:* Günter Gramlich
- *U Ulm:* Alexander Lindner
- *Bergische U Wuppertal:* Jens Hornbostel
- *U Würzburg:* Stefan Waldmann

Röhrig, Christina: *Elliptic and Siegel theta series for indefinite quadratic forms.* Zwegers, Bringmann 23.03.2022.

Brinker, Leonie Violetta: *Stochastic optimisation of drawdowns via dynamic reinsurance controls.* Schmidli, Drewitz 24.01.2022.

Tattar, Aran: *Torsion structures, subobjects and unique filtrations in non-abelian categories.* Schroll, Littelmann 22.03.2022.

Buarque de Amorim, Tiago Luiz: *Model-based systems engineering maturity improvement in industry.* Vogelsang, Brinkkemper 29.07.2021.

Williams, Nicholas: *Higher-dimensional combinatorics in representation theory.* Schroll, Littelmann 22.03.2022.

Universität Stuttgart

Nitsche, Sebastian: *The stable module category inside the homotopy category, perfect exact sequences and equivalences.* König, Kato, Liu 20.07.2021.

Dos Santos Cruz, Tiago Miguel: *Algebraic analogues of resolution of singularities, quasi-hereditary covers and Schur algebras.* König, Erdmann, Mazorchuk 11.10.2021.

Schirwon, Malte: *Efficient simulation of challenging PDE problems on CPU and GPU clusters.* Göddeke, Steeb, Turek 28.04.2021.

Ostrowski, Lukas Christian: *Compressible multi-component and multi-phase flows: Interfaces and asymptotic regimes.* Rohde, Munz, Mehl, Bassi 10.02.2021.

Magiera, Jim Max: *A molecular continuum multiscale solver for liquid vapor flow: Modeling and numerical simulation.* Rohde, Munz, Dumbser, Müller 23.09.2021.

DEUTSCHE MATHEMATIKER-VEREINIGUNG

■ **VORSTAND UND PRÄSIDIUM** **Präsidentin** Prof. Dr. Ilka Agricola, FB12, Mathematik und Informatik, Philipps-Universität Marburg, Hans-Meerwein-Straße/Campus Lahnberge, 35032 Marburg, Tel. +49 . 6421 28-25453 agricola@mathematik.uni-marburg.de **Vizepräsident** Prof. Dr. Joachim Escher, Institut für Angewandte Mathematik, Gottfried Wilhelm Leibniz Universität Hannover, Welfengarten 1, 30167 Hannover, Tel. +49 . 511 762-3251 escher@ifam.uni-hannover.de **Schatzmeister** Prof. Dr. Etienne Emmrich, Institut für Mathematik, MA 5-3, Technische Universität Berlin, Straße des 17. Juni 136, 10623 Berlin, Tel. +49 . 30 314-25745, emmrich@math.tu-berlin.de **Schriftführer** Prof. Dr. Daniel Grieser, Universität Oldenburg, Institut für Mathematik, Carl-von-Ossietzky-Straße 9–11, 26129 Oldenburg, Tel. +49 . 441 . 798-3230 daniel.grieser@uni-oldenburg.de **Herausgeberin der Mitteilungen** PD Dr. Gudrun Thäter (verantwortlich), Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Angewandte und Numerische Mathematik, Englerstraße 2, 76131 Karlsruhe, Tel. +49 . 721 608-45840 gudrun.thaeter@kit.edu **Weitere Präsidiumsmitglieder** ▪ Prof. Dr. Heike Faßbender (Vielfalt und Chancengleichheit) ▪ Prof. Dr. Moritz Kaßmann, Bielefeld (Industrie- und Unternehmenskontakte, lokale Ansprechpartner) ▪ Dominik Puhst, Berlin (Kommission *Übergang Schule–Hochschule*) ▪ Prof. Dr. Anke Pohl, Bremen (Nachwuchsförderung, Studierendenkonferenz, Mathematikschulen) ▪ Prof. Dr. Jürgen Richter-Gebert, München (Mathematik-Kommission Übergang Schule–Hochschule) ▪ Prof. Dr. Thomas Schick, Göttingen (Fachgruppen, lokale Ansprechpartner, Mathematik-Kommission Übergang Schule–Hochschule) ▪ Prof. Dr. Günter M. Ziegler, FU Berlin (Presse- und Öffentlichkeitsarbeit, Internetseiten, Medienbüro, Netzwerkbüro Schule-Hochschule) ▪ Prof. Dr. Alexander Zimmermann, Amiens (Herausgeber des Jahresberichts der DMV) ■ **Mitgliedsbeitrag 2022** (inkl. Bezug der Mitteilungen und einer gewählten Zeitschrift, Ausnahme: Studierende und Schüler beziehen nur die Mitteilungen) ▪ regulär EUR 105,00 ▪ bis zur Vollendung des 30. Lebensjahres EUR 50,00 ▪ ermäßigt für Ehepaare und eingetragene Lebenspartnerschaften EUR 150,00 ▪ ermäßigt für Studierende (Bachelor/Master/Diplom) und Schülerinnen und Schüler EUR 20,00 ▪ Sonderbeitrag auf Antrag (z. B. bei Arbeitslosigkeit) EUR 30,00 ▪ ermäßigt für Mitglieder der DPG/GI/GOR/GDM/MNU oder MUED EUR 90,00 EUR ▪ ermäßigt für Reziprozitätsmitglieder (im Ausland wohnend und Vollmitglied einer Mathematischen Gesellschaft, mit der die DMV ein Reziprozitätsabkommen hat) EUR 70,00 ▪ ermäßigt für Senioren EUR 70,00 ■ **Zeitschriften** (Jahresabo 2022 jeweils EUR 28,00), eine der folgenden Zeitschriften ist im Mitgliedsbeitrag enthalten: ▪ Jahresbericht der DMV (Springer Verlag Heidelberg, 4 Hefte jährlich) ▪ Mathematische Semesterberichte (Springer Verlag Heidelberg, 2 Hefte jährlich) ▪ Journal für Mathematik-Didaktik (Springer Verlag Heidelberg, 2 Hefte jährlich) ■ **DMV-Server** www.mathematik.de ■ **DOCUMENTA MATHEMATICA** www.mathematik.uni-bielefeld.de/documenta/ ■ **Medienbüro der DMV** Thomas Vogt, FU Berlin (mathematik.de) ▪ **Geschäftsstelle der DMV** Geschäftsführerin Andrea Kirstein-Gaekel (mathematik.de) ■ **Bankverbindung** Volksbank Freiburg 6 95 50 02 (BLZ 680 900 00), IBAN: DE66 6809 0000 0006 9550 02, BIC: GENODE61FR1

Die Deutsche Mathematiker-Vereinigung e. V. ist durch den Freistellungsbescheid für 2016 bis 2018 des Finanzamtes für Körperschaften Berlin I (Steuer-Nr. 27/640/51051) vom 27. 1. 2020 wegen „Förderung von Wissenschaft und Forschung" als wissenschaftlichen Zwecken dienend und zu den in §5 Absatz 1 Nr. 9 KStG bezeichneten Körperschaften gehörig anerkannt worden. Vereinseintrag: VR 380040 beim Amtsgericht Stuttgart. Umsatzsteuer-Identifikationsnummer: DE 165534138.

IMPRESSUM ■ **Verleger** Walter de Gruyter GmbH, Berlin/Boston, www.degruyter.com ■ **Herausgeberin** PD Dr. Gudrun Thäter (verantwortlich), Karlsruher Institut für Technologie, Institut für Angewandte und Numerische Mathematik, Englerstraße 2, 76131 Karlsruhe, gudrun.thaeter@kit.edu ■ Prof. Dr. Carla Cederbaum, Universität Tübingen, Fachbereich Mathematik, An der Morgenstelle 10, 72076 Tübingen, cederbaum@math.uni-tuebingen.de ■ Prof. Dr. Simone Göttlich, Universität Mannheim, Fakultät für Wirtschaftsinformatik und Wirtschaftsmathematik, 61859 Mannheim, goettlich@uni-mannheim.de ■ Dr. Michael Korey, Staatliche Kunstsammlungen Dresden, Mathematisch-Physikalischer Salon, Zwinger, Theaterplatz 1, 01067 Dresden, michael.korey@skd.museum ■ Prof. Dr. Brigitte Lutz-Westphal, Institut für Mathematik, Freie Universität Berlin, Arnimallee 3, 14195 Berlin, brigitte.lutz-westphal@math.fu-berlin.de ■ Prof. Günter M. Ziegler, Institut für Mathematik, Freie Universität Berlin, Arnimallee 2, 14195 Berlin, ziegler@math.fu-berlin.de ■ **Redaktion** Christoph Eyrich, Thomas Vogt, mdmv@math.tu-berlin.de ■ **Adresse der Redaktion** Mitteilungen der DMV, Institut für Mathematik, Freie Universität Berlin, Arnimallee 2, 14195 Berlin, Tel. +49 . 30 . 838 75660 mdmv@math.tu-berlin.de ■ **Grafische Gestaltung und Satz** Christoph Eyrich, Berlin ■ **Druck** Grafisches Centrum Cuno, Calbe ■ Erscheinungsweise vierteljährlich. Der Bezugspreis ist im Mitgliedsbeitrag der DMV enthalten. Manuskripte senden Sie bitte an den Herausgeber.

Bitte senden Sie Adressenänderungen und alle die Mitgliedschaft betreffenden Zuschriften an die **Geschäftsstelle der DMV**, c/o WIAS, Mohrenstraße 39, 10117 Berlin, Tel. +49 . 30 . 20372-306, Fax +49 . 30 . 20372-307, dmv@wias-berlin.de ■ Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wieder.

Zahlenwellen

Die Seite für Kinder

Brigitte Lutz-Westphal

Was passiert, wenn du diese Zahlenfolge weiterführst?

85 13 26 8 16

(Bilde die Quersumme der ersten Zahl – verdoppele die dadurch gewonnene Zahl – nimm davon wieder die Quersumme – verdoppele wieder – und so weiter.)

Mache lange weiter und beobachte, was passiert!

Nimm andere Startzahlen und beobachte wieder.

Verändere die Rechenvorschrift, indem du beispielsweise statt „verdoppeln“ „verdreifachen“ nimmst.

Oder nimm jeweils die doppelte Quersumme.

Oder mache etwas ganz anderes.

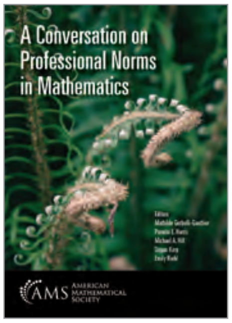
Denke dir ganz eigene Rechenvorschriften aus und beobachte, was mit den Zahlen passiert.

Findest du dabei auch Zahlenfolgen, in denen keine sich wiederholenden „Wellen“ entstehen?

Prof. Dr. Brigitte Lutz-Westphal,
Didaktik der Mathematik, Fachbereich Mathematik und Informatik,
Freie Universität Berlin, Arnimallee 3, 14195 Berlin
brigitte.lutz-westphal@math.fu-berlin.de

DOI 10.1515/dmvm-2022-0050

AMERICAN MATHEMATICAL SOCIETY

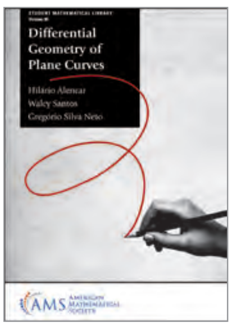


A CONVERSATION ON PROFESSIONAL NORMS IN MATHEMATICS

Edited by Mathilde Gerbelli-Gauthier, Institute for Advanced Study et al

The articles in this volume grew out of a 2019 workshop, held at Johns Hopkins University, that was inspired by a belief that when mathematicians take time to reflect on the social forces involved in the production of mathematics, actionable insights result. Topics range from mechanisms that lead to an inclusion-exclusion dichotomy within mathematics to common pitfalls and better alternatives to how mathematicians approach teaching, mentoring and communicating mathematical ideas.

May 2022 157pp 9781470467135 Paperback €62.00



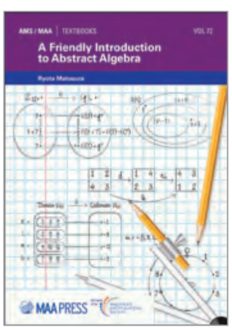
DIFFERENTIAL GEOMETRY OF PLANE CURVES

Hilario Alencar, Federal University of Alagoas, Walcy Santos, Federal University of Rio de Janeiro & Gregorio Silva Neto, Federal University of Alagoas

Student Mathematical Library, Vol. 96

Features plane curves to illustrate many deep and inspiring results in the field in an elementary and accessible way. After an introduction to the basic properties of plane curves, the authors introduce a number of complex and beautiful topics, including the rotation number, rotation index, Jordan curve theorem, and isoperimetric inequality.

Jul 2022 416pp 9781470469597 Paperback €61.00



A FRIENDLY INTRODUCTION TO ABSTRACT ALGEBRA

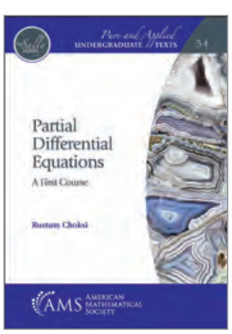
Ryota Matsuura, St. Olaf College

AMS/MAA Textbooks, Vol. 72

Offers a new approach to laying a foundation for abstract mathematics. Prior experience with proofs is not assumed, and the book takes time to build proof-writing skills in ways that will serve students through a lifetime of learning and creating mathematics.

Aug 2022 367pp 9781470468811 Paperback €71.00

MAA Press



PARTIAL DIFFERENTIAL EQUATIONS

A First Course

Rustum Choksi, McGill University

Pure and Applied Undergraduate Texts, Vol. 54

Written for undergraduate students from different cohorts with one sole purpose: to facilitate a proficiency in many core concepts in PDEs while enhancing the intuition and appreciation of the subject. For mathematics students this will in turn provide a solid foundation for graduate study.

Jun 2022 627pp 9781470464912 Paperback €91.00

AMS is distributed by **EUROSPAN**

CUSTOMER SERVICES:
Tel: +44 (0)1767 604972
Fax: +44 (0)1767 601640
Email: eurospan@turpin-distribution.com

To order online please visit: **eurospanbookstore.com/ams**

FURTHER INFORMATION:
Tel: +44 (0)20 7240 0856
Fax: +44 (0)20 7379 0609
Email: info@eurospan.co.uk

Prices do not include local taxes.